

Содержание журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» №3(5)	Contents of the journal "MILITARY ENGINEER" №3(5)
Содержание	1 Contents
Редакционная коллегия	2 Editorial Board
<b>Измерения, контроль и управление качеством. Испытание образцов вооружения и военной техники</b>	<b>3 Measurement, control and quality management. Testing of weapons and military equipment samples</b>
<i>Кондратьев В.С.(ВКА им. Можайского), Гайнуллин М.М. (ВИ(ИТ)), Кондратьева И.В.(СПбГЭУ)</i>	3 <i>Kondratev V.S.(MSA n.a. Mozhayskii), Gaynullin M.M. (MI(E) of Military academy of logistics named after army General A.V. Khrulev), Kondrateva I.V.(SPbSEU)</i>
Воздействие лазеров (оптических квантовых генераторов) на оптоэлектронные приемники	The effect of lasers (optical quantum generators) on optoelectronic receivers
<i>Монахов М.А., Павленок А.М., Колесник И.В. (ВИ(ИТ))</i>	11 <i>Monakhov M.A., Pavlenok A.M., Kolesnik I.V. (MI(E))</i>
Решение задачи о максимальном потоке в сети методом минимальных сечений	Solution to maximum flow problem in the circuit using the minimum section method
<b>Проектирование, строительство и реконструкция объектов военного назначения</b>	<b>Design, construction and reconstruction of military objects</b>
<i>Бакевич А.М., Ваучский М.Н. (ВИ(ИТ))</i>	20 <i>Bakevich A. M., Vaychskii M.N. (MI(E))</i>
Особенности расчета центрально сжатых трубобетонных колонн, в которых на нагрузку воспринимает только бетонное ядро	Features of the calculation of centrally compressed tube-reinforced concrete columns, where only concrete core carries the load
<i>Панков А.С. (ЦСС ЗАО «НПО СМ», Чернышов М.В. (БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова)</i>	25 <i>Pankov A.S. (CfSS JSC "Scientific-Production Association SM", Chernyshov M.V. (BSTU "VOENMEH" n.a. D.F.Ustinov)</i>
Актуальные проблемы защиты режимных объектов	Actual problems of classified facilities protection
<b>Энергоснабжение, водоснабжение и теплоснабжение объектов военного назначения</b>	<b>30 Power, water and heat supply of military objects</b>
<i>Тишков А. А., Колесник И.В. (ВИ(ИТ))</i>	30 <i>Tishkov A. A., Kolesnik I.V. (MI(E))</i>
Модель развития локальных дефектов электрической изоляции в распределительной сети системы электроснабжения с изолированной нейтралью	Model of the development of local electrical isolation faults in cable network of power supply with isolated neutral
<b>Военная педагогика</b>	<b>38 Military pedagogy</b>
<i>Алпеева Л.С. (ВИ(ИТ))</i>	38 <i>Alpeeva L.S. (MI(E))</i>
Архитектура современного электронного учебника и возможности использования SMART-технологий	Modern electronic textbook architecture and possibilities of SMART-technologies usage
<b>Сведения об авторах</b>	<b>45 Information about the authors</b>
Правила оформления, направления и рецензирования рукописей в журнале «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР»	47 Rules of registration, send to the editor and review manuscripts in the journal "MILITARY ENGINEER"

Главный редактор журнала – Головачёв А.В.

## **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

*Председатель редакционной коллегии*

Булат Роман Евгеньевич, доктор педагогических наук доцент

*Члены редакционной коллегии*

Аверьянов Владимир Константинович, доктор техн. наук проф., член-корр. РААСН, засл. деят. науки РФ

Бирюков Александр Николаевич, доктор технических наук профессор, засл. работник высш. шк. РФ

Ваучский Михаил Николаевич, доктор технических наук профессор

Головачёв Алексей Васильевич, кандидат педагогических наук доцент

Гуков Дмитрий Васильевич, доктор технических наук профессор

Дружинин Пётр Владимирович, доктор технических наук профессор, засл. работник высш. шк. РФ

Ивахнюк Григорий Константинович, доктор химических наук профессор

Игнатчик Виктор Сергеевич, доктор технических наук профессор

Курмышов Василий Михайлович, доктор исторических наук доцент

Мухин Владимир Иванович, доктор архитектуры профессор, заслуженный архитектор РФ

Пашкин Сергей Борисович, доктор педагогических наук профессор

Пименова Марина Владимировна, доктор филологических наук профессор

Сайданов Виктор Олегович, доктор технических наук профессор

Смирнов Александр Васильевич, доктор технических наук профессор

Таранцев Александр Алексеевич, доктор технических наук профессор, засл. работник высш. шк. РФ

Третьяков Юрий Александрович, доктор военных наук профессор

Фоминич Эдуард Николаевич, доктор технических наук профессор

Фёдоров Александр Борисович, доктор технических наук доцент

Хомич Владимир Михайлович, кандидат технических наук профессор, засл. работник высш. шк. РФ

Чернобай Михаил Петрович, кандидат педагогических наук профессор, засл. работник физич. культуры РФ

Чиркова Елена Ивановна, доктор педагогических наук профессор

---

Учредитель и издатель научного журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» - Унитарная некоммерческая организация Фонд содействия развитию Военного института (инженерно-технического) «ВИТУ».

---

Журнал издаётся при поддержке ассоциации саморегулируемой организации в области инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства «БАЛТИЙСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС».

---

Средство массовой информации – журнал «Военный инженер» зарегистрировано 15 сентября 2016 года. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77–67057 от 15.09.2016 выдано Федеральным агентством по печати и массовым коммуникациям.

Электронные версии журнала размещаются на сайте Научной электронной библиотеки ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)). Журнал включён в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Подписной индекс журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» в ФГУП «Почта России» П4852.

---

Выпускающий редактор	Сдано в набор 28. 08. 2017	Бумага типографская
Головачёв А.В.	Подписано в печать 30. 08. 2017	Печать офсетная
Редактор текстов на английском языке	Формат бумаги 60 x 90 1/8	Заказ №5/26/10/2016.
Черновец Е.Г.		Тираж 300 экз.
Дизайн обложки: Панасюк В.Н.		Цена договорная
Фото на обложке: макет военного городка (разработка ВИ(ИТ) ВАМТО)		
Вёрстка: Байдакова Н.В.		

---

Почтовый адрес редакции журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР»: 191123, г. Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д.22, оф.412, телефон 8(812)7198786, e-mail: [mmevitu@mail.ru](mailto:mmevitu@mail.ru), страница журнала на сайте: [http://viit.spb.ru/military\\_engineer/](http://viit.spb.ru/military_engineer/)

---

ООО «АЛЬГИЗ»  
Лицензия ПД №2-69-618  
196158, Санкт-Петербург, Московское шоссе,  
25, пом. 215

Журнал «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» 2017, №3 (№5)

УДК 355.53:620.92:623.09:51-7

*Кондратьев В.С., Гайнуллин М.М., Кондратьева И.В.*

*Kondratev V.S., Gaynullin M.M., Kondrateva I.V.*

**Воздействие лазеров (оптических квантовых генераторов) на оптоэлектронные приемники**

**The effect of lasers (optical quantum generators) on optoelectronic receivers**

**Аннотация:**

*В статье рассматривается проблема определения температурного поля тонкой пластины в ограниченной круговой области, в которой действует кратковременный импульсный источник энергии. Приведена математическая модель и показана схема получения расчетных формул для расчёта температур мишени*

**Abstract:**

*The paper considers the problem of determining the temperature field of a thin plate in a limited circular region in which a short-time pulsed energy source is acting. A mathematical model and a scheme for obtaining calculation formulas for determining the target temperatures are given*

**Ключевые слова:** *кратковременный импульсный источник энергии, оптический квантовый генератор, кремниевые и силиконовые полупроводниковые элементы, оптоэлектронный приемник*

**Keywords:** *Intermittent pulsed energy source, an optical quantum generator, silicon elements and silicon semiconductor elements, an optoelectronic receiver*

В современных условиях наблюдается значительная эволюция средств ведения войны, идет разработка оружия на новых физических и иных принципах. Такое оружие может служить средством поражения как наступающей, так и обороняющейся стороны военного конфликта. Применение комплекса вооружений, в котором интегрированы средства разведки, управления, доставки и поражения, функционирующие в реальном масштабе времени, обеспечивает наведение боеприпаса на цель с ошибками меньшими, чем радиус его поражения. Существует проблема определения температурного поля тонкой пластины в ограниченной круговой области, в которой действует кратковременный импульсный источник энергии. Таким источником энергии является, например, оптический квантовый генератор (далее – ОКГ) импульсного действия. Несмотря на кратковременность воздействия и сравнительно небольшую по модулю энергию, температурное поле пятна облучения мишени может оказаться достаточно высоким и такие оптоэлектронные источники, как кремниевые и силиконовые полупроводниковые элементы могут быть выведены из строя, что позволит повысить живучесть объектов военной инфраструктуры. Известна подробная математическая модель [1], отличающаяся численными расчетами для полупроводниковых приемников излучения и основанная на приближенных методах расчёта. На наш взгляд интерес представляет алгоритм получения окончательных расчетных формул для определения температур

мишени. Во избежание ошибок все обозначения величин в формулах сохранены нами в соответствии с работой [1].

Рассмотрим температурный режим тонкой пластины, нагреваемой импульсным локализованным источником энергии [1].

На пластину, толщина которой  $\delta$  намного меньше ее длины и ширины, на площадку круга радиуса  $R$  падает от постороннего источника энергии тепловой поток  $q(\tau)$  в расчете на единицу площади круга. Теплофизические свойства пластины – ее коэффициенты теплопроводности  $\lambda$ , температуропроводности  $a$  и объемная теплоемкость  $c_V$  предполагаются известными и независимыми от температуры. Пластина находится в среде, температура  $t_c$  которой задана и принята за начало отсчета. Ввиду малой толщины пластины градиентом температур по ее толщине в процессе разогрева можно пренебречь и считать, что распределение температур в ней зависит от двух переменных – координаты  $r$  и времени  $\tau$ . Поскольку поглощение тепла от внешнего источника происходит только на участке поверхности круга площадью  $\pi R^2$ , целесообразно выделить в пластине две области, распределение температур внутри которых будет соответственно характеризоваться функциями  $u_1(r, \tau)$  и  $u_2(r, \tau)$ .

Теплообмен пластины со средой происходит по закону Ньютона, т.е. тепловой поток с поверхности тела в среду пропорционален разности температур между поверхностью и средой.

Можно показать, что при сделанных предположениях процессы передачи тепла в областях 1 и 2 пластины, где 1 – плоскость, на которую падает тепловой поток, а 2 – противоположная ей область, подчиняются уравнениям:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u_1(r, \tau)}{\partial \tau} = a \left[ \frac{\partial^2 u_1(r, \tau)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_1(r, \tau)}{\partial r} \right] - \\ - m u_1(r, \tau) + \frac{q(\tau)}{C}, \quad 0 \leq r \leq R; \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial u_2(r, \tau)}{\partial \tau} = a \left[ \frac{\partial^2 u_2(r, \tau)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_2(r, \tau)}{\partial r} \right] - \\ - m u_2(r, \tau), \quad r \geq R; \end{aligned} \quad (2)$$

$$m = \frac{2\alpha}{C} = \frac{2\alpha}{c_V \delta}; \quad (3)$$

$$u_1(R, \tau) = u_2(R, \tau),$$

$$\left. \frac{\partial u_1(R, \tau)}{\partial r} \right|_{r=R} = \left. \frac{\partial u_2(R, \tau)}{\partial r} \right|_{r=R} \quad (4)$$

Действие источника энергии на значительном удалении от него перестает сказываться, поэтому

$$\left. \frac{\partial u_2(r, \tau)}{\partial r} \right|_{r=\infty} = 0 \quad (5)$$

По условию осевой симметрии

$$\left. \frac{\partial u_1(r, \tau)}{\partial r} \right|_{r=0} = 0 \quad (6)$$

В начальный момент времени температура пластины равна температуре окружающей среды, принимаемой за 0, т.е.

$$u_1(r, 0) = u_2(r, 0) = t_c = 0 \quad (7)$$

Для решения системы (1) – (7) использовано интегральное преобразование Лапласа.

Применяя преобразование Лапласа и, решая получаемые уравнения, можно найти следующие выражения для изображений  $U_1(r, s)$  и  $U_2(r, s)$  температур  $u_1(r, \tau)$  и  $u_2(r, \tau)$ :

$$U_1(r, s) = [1 - \mu K_1(\mu) I_0(\mu \rho)] \frac{W(s)}{s + m}, \quad 0 \leq \rho \leq 1; \quad (8)$$

$$U_2(r, s) = \mu I_1(\mu) K_0(\mu \rho) \frac{W(s)}{s + m}, \quad \rho \geq 1, \quad (9)$$

где

$$\mu = \frac{R}{\sqrt{a}} \sqrt{s + m}, \quad (10)$$

а  $W(s)$  – изображение функции  $q(\tau) / C$ .

В частном случае, если пренебречь потерями тепла с поверхности в среду, т.е. принять  $\alpha = 0$ , уравнения (8) и (9) переписутся в виде

$$U_1(r, s) = [1 - \nu K_1(\nu) I_0(\nu \rho)] \frac{W(s)}{s}, \quad (11)$$

$$U_2(r, s) = \nu I_1(\nu) K_0(\nu \rho) \frac{W(s)}{s}, \quad (12)$$

где  $\nu = R / \sqrt{as}$ ,  $\rho = r / R$ .

Трудоемкость перехода от уравнений (11) и (12) к функциям  $u_1(r, \tau)$  и  $u_2(r, \tau)$  существенно зависит от вида функций  $q(\tau)$ , поэтому ограничимся простейшей формой импульса, когда

$$q(\tau) = \begin{cases} q_0, & 0 \leq \tau \leq \tau_H, \\ 0, & \tau > \tau_H. \end{cases} \quad (13)$$

Применяя преобразование Лапласа к функции (13), получим ее изображение

$$Q(s) = \frac{q_0}{s} [1 - \exp(-\tau_H s)] \quad (14)$$

Изображение  $U_1(0, s)$  для температуры  $u_1(0, \tau)$  в центре пластины получается из уравнений (11) и (14) и имеет вид

$$U_1(0, s) = \frac{q_0}{C} [1 - \nu K_1(\nu)] \frac{1 - \exp(-\tau_H s)}{s^2}, \quad (15)$$

откуда, переходя к оригиналам, находим следующее выражение для определения температуры в центре пластины в моменты времени  $0 \leq \tau \leq \tau_H$ , когда действует источник энергии  $q(\tau)$ :

$$u_1(0, \tau) = \frac{q_0 \tau}{C} \{ [1 - \exp(-z)] - z E_i(-z) \} \quad (16)$$

где  $z = R^2 / 4a\tau$ .

Для любых моментов времени, в том числе и при  $\tau > \tau_H$ , справедливо следующее выражение:

$$u_1(0, \tau) = \frac{q_0 \tau}{C} \left\{ 1 - \exp(-z) - z E_i(-z) - \right. \\ \left. - \sigma_0(\tau - \tau_H) \left( 1 - \frac{\tau_H}{\tau} \right) [1 - \exp(-Z) - Z E_i(-Z)] \right\}, \quad (17)$$

где

$$Z = \frac{1}{(1 - \tau_H / \tau) z},$$

а

$$\sigma_0(\tau - \tau_H) = \begin{cases} 0 & \text{при } 0 \leq \tau \leq \tau_H \\ 1 & \text{при } \tau > \tau_H. \end{cases}$$

Если длительность импульса  $\tau_H$  такова, что  $\exp(-m\tau_H) \approx 1$ , то ограничение об адиабатичности пластины можно снять и для расчета температуры пользоваться следующим уравнением:

$$u_1(0, \tau) = \frac{q_0}{C} \tau \exp(-m\tau) \left\{ 1 - \exp(-z) - zE_i(-z) - \right. \\ \left. - \sigma_0(\tau - \tau_H) \left( 1 - \frac{\tau_H}{\tau} \right) [1 - \exp(-Z) - ZE_i(-Z)] \right\}. \quad (18)$$

Для малых значений критерия  $F_0 = a\tau / R^2$  уравнения (16) – (18) можно преобразовать к более простому виду, если использовать асимптотическое разложение интегральной показательной функции. Например, при  $F_0 \leq 0.2$  вместо уравнения (16) можно пользоваться более простым уравнением:

$$u_1(0, \tau) = \frac{q_0 \tau}{C} \left[ 1 - \frac{4a\tau}{R^2} \exp\left(-\frac{R^2}{4a\tau}\right) \right]$$

Для оценки кинетики процесса иногда желательно знать соотношение между количеством тепла, поступившим в пластину через площадку, и тепловой энергией, переданной к моменту времени  $\tau$  за границу области действия источника.

Температурный градиент на границе областей в изображениях имеет вид:

$$\frac{\partial U_1(r, s)}{\partial r} \Big|_{r=R} = \frac{\partial U_2(r, s)}{\partial r} \Big|_{r=R} = \frac{v^2}{R} I_1(v) K_1(v) \frac{W(s)}{s}, \quad (19)$$

откуда полное количество тепла  $Q_\lambda(s)$ , прошедшее за время от 0 до  $\tau$  через границу области  $r = R$ , будет равно

$$Q_\lambda(s) = 2\pi R^2 q_0 \frac{I_1(v) K_1(v) W(s)}{s}. \quad (20)$$

Для перехода к оригиналам воспользуемся асимптотическим разложением цилиндрических функций [1]

$$I_1(v) K_1(v) \approx \frac{1}{2v} \left( 1 - \frac{3}{8} \frac{1}{v^2} \right) \quad (21)$$

Подставляя формулу (21) в (20) и переходя к оригиналу, окончательно получаем

$$Q_\lambda(\tau) = Q(\tau) \frac{4}{3\sqrt{\pi}} \sqrt{F_0} (1 - 0,15F_0). \quad (22)$$

Общее количество тепла, отводимое из зоны действия источника энергии через поверхность  $2\pi R\delta$ , для любого момента времени определяется из уравнения

$$Q_\lambda(\tau) = \frac{4}{3} q_0 R \tau \sqrt{\pi a \tau} \{1 - 0,15 F_0 - \sigma_0(\tau - \tau_H)\} \left[ \left(1 - \frac{\tau_H}{\tau}\right)^{3/2} \left[1 - 0,15 F_0 \left(1 - \frac{\tau_H}{\tau}\right)\right] \right] \quad (23)$$

Как и предыдущее, это уравнение справедливо при  $F_0 \leq 0.5$ . Для определения температуры на границе области источника воспользуемся приближенным соотношением

$$\nu I_1(\nu) K_0(\nu) \approx \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{2\nu} - \frac{3}{16\nu^3}\right). \quad (24)$$

Подставляя выражение (24) в уравнение (11) и переходя от изображений к оригиналам, получим

$$u_1(R, \tau) = \frac{q_0 \tau}{2C} (1 - 0,376 \sqrt{F_0} - 0,0564 F_0^{3/2}), \quad (25)$$

$$0 \leq \tau \leq \tau_H, \quad F_0 < 1.$$

Для значений времени  $\tau < \tau_H$  или  $\tau > \tau_H$

$$u_1(R, \tau) = \frac{q_0 \tau}{2C} \left\{ 1 - 0,376 \sqrt{F_0} - 0,0564 F_0^{3/2} - \right. \\ \left. - \sigma_0(\tau - \tau_H) \left(1 - \frac{\tau_H}{\tau}\right) \left[ 1 - 0,376 \sqrt{\frac{a(\tau - \tau_H)}{R^2}} - \right. \right. \\ \left. \left. - 0,0564 \left(\frac{a(\tau - \tau_H)}{R^2}\right)^{3/2} \right] \right\}. \quad (26)$$

Область действия двух последних уравнений ограничивается значениями  $F_0 = a\tau / R^2 < 1$ .

Распределение температуры за границей источника можно найти аналогично предыдущему. Заменяя функцию  $\nu I_1(\nu) K_0(\nu\rho)$  аппроксимирующим выражением и переходя от изображений к оригиналам, для  $0 < \tau < \tau_H$  находим

$$u_2(\rho, F_0) = \frac{2q_0 \tau}{C \sqrt{\rho}} = (i^2 \operatorname{erfc} x - A_1 \sqrt{F_0} i^3 \operatorname{erfc} x - \\ - A_2 F_0 i^4 \operatorname{erfc} x - A_3 F_0^{3/2} i^5 \operatorname{erfc} x), \quad (27)$$

где

$$x = \frac{\rho - 1}{2\sqrt{F_0}} = \frac{r - R}{2\sqrt{a\tau}},$$



$$A_1 = \frac{1}{4} \left( 3 + \frac{1}{\rho} \right), \quad A_2 = \frac{1}{32} \left( 15 - \frac{6}{\rho} - \frac{9}{\rho^2} \right),$$

$$A_3 = \frac{1}{128} \left( 105 - \frac{15}{\rho} + \frac{27}{\rho^2} + \frac{75}{\rho^3} \right).$$

Функции  $i^n \operatorname{erfc} x$  рассмотрены и табулированы в приложении к монографии [1]. Для учета теплообмена с окружающей средой правую часть выражения (27) следует умножить на  $\exp(-m\tau)$  (если  $\exp(-m\tau_H) \approx 1$  и  $F_0 < 1$ ).

Обозначения:  $u_1$  и  $u_2$  – температура 1-ой и 2-ой зон пластины;  $r$  – координата;  $\tau$  – время;  $R$  – радиус источника;  $\lambda$  и  $a$  – коэффициенты тепло- и температуропроводности;  $c_V$  – объемная теплоемкость;  $\delta$  – толщина пластины;  $C = c_V \delta$  – теплоемкость, отнесенная к единице площади пластины;  $\alpha$  – коэффициент теплообмена;  $m = 2\alpha / C$  – темп теплообмена;  $\varepsilon = 1/m$  – коэффициент термической инерции пластины;  $q$  – тепловой поток;  $\rho = r/R$  – безразмерная координата;  $s$  – параметр преобразования Лапласа;  $I_0(z), I_1(z), K_0(z), K_1(z)$  – модифицированные функции Бесселя первого и второго рода нулевого и первого порядка;  $E_i(-z)$  – интегральная показательная функция от аргумента  $z > 0$ ;  $Q(\tau) = q_0 2\pi R^2 \tau$  – количество тепловой энергии, выделившееся в зоне источника за время  $\tau$ ;  $Q_\lambda(\tau)$  – количество энергии, прошедшее через границу источника.

Численные расчеты для кремниевых и силиконовых полупроводников по приведенной математической модели [1]

Расчетная формула по модели [1] – формула (27).

Для простоты расчет по модели [1] сделаем в виде числовой оценки.

Для оценок сделаем ряд допущений.

Примем

$$r = \frac{1}{2} R; \quad \tau = 10^{-4} \text{ сек,} \quad \text{тогда}$$

$$\rho = \frac{1}{2}, \quad x = \frac{1/2 - 1}{2F_0}, \quad F_0 \cong \frac{1}{2}, \quad x = -\frac{1}{2}, \quad A_1 \approx 1, \quad A_2 \approx 1,$$

$$A_3 \cong \frac{1}{128} (105 - 30 + 100 + 450) = \frac{620}{128} \approx 4,5$$

$$i^2 \operatorname{erfc} x = 0,07 \text{ [2]; } i^3 \operatorname{erfc} x = 0,02; i^4 \operatorname{erfc} x = 0,006; i^5 \operatorname{erfc} x = 0,0015;$$

$$F_0 < 1, \quad F_0 = \frac{1}{2}$$

$$\begin{aligned}
& i^2 \operatorname{erfc} x - A_1 \sqrt{F_0} i^3 \operatorname{erfc} x - A_2 F_0 i^4 \operatorname{erfc} x - A_3 F_0^{3/2} i^5 \operatorname{erfc} x = \\
& = 0,07 - 0,02 \cdot 1 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} - 1 \cdot 0,7 \cdot 0,006 - 4,5 \sqrt{(1/2)^3} 0,0015 = \\
& = 0,07 - 0,14 - 0,0042 - 1,5 \cdot 0,0015 \approx 0,22
\end{aligned}$$

$$Q = q_0 2\pi R^2 \tau; \quad q_0 = \frac{Q}{2\pi\tau}; \quad C = 4,67 \text{ кал/грамм/м [4]}$$

Окончательное значение температуры будет:

$$\begin{aligned}
u_2(\rho, F_0) & \cong \frac{2 \cdot 2\pi R^2}{4,67 \sqrt{1/2}} (0,22) \cong \frac{4 \cdot 3,14}{10^{-4} \cdot 4,67 \cdot 0,7} 0,22 \cong \\
& \cong 3 \cdot 0,22 \cdot 10^4 = 0,66 \cdot 10^4 = 6600 \text{ C}
\end{aligned}$$

$$R \approx 1 \text{ см} \quad R^2 = 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$u_2(\rho, F_0) \cong 6600 \text{ C}$$

Таким образом, вычисления по формуле (27) и полученные значения температуры показывают, что импульсный ОКГ даже с небольшой энергией в 1,0 Дж в импульсном или непрерывном режиме способен вывести из строя оптоэлектронный приемник, как кремниевый, так и силиконовый.

Известно [3], что наземные либо корабельные лазерные установки могут иметь энергию излучения 1000 Дж и выше, а это означает то, что с гарантией будут выведены из строя оптоэлектронные устройства любых типов. Кроме того, большой запас энергии предоставляет широкие возможности для различного боевого применения излучений ОКГ. Это могут быть как системы оборонительного оружия, так и системы активного нападения. Рассмотренная проблема и показанные практические результаты её решения могут быть использованы при реализации государственной политики в сфере повышения эффективности защиты и охраны государственной границы Российской Федерации и обеспечения безопасности объектов военной инфраструктуры.

### Список литературы

1. Дульнев Г.Н., Черкасов В.Н., Ярышев Н.А. Температурный режим тонкой пластины, нагреваемой импульсным локализованным источником энергии / Инженерно-физический журнал, том XI №3, 1966.
2. Лыков А.В. Теория теплопроводности / Издательство «Высшая школа».— Москва. — 1967.
3. Типы и характеристики лазеров: Московский Государственный университет путей сообщения. URL: <http://www.diplomba.ru> (дата обращения: 23.06.2017).
4. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики / Том I. — Госиздат технико-теоретической литературы, 1951.

## Решение задачи о максимальном потоке в сети методом минимальных сечений

## Solution to maximum flow problem in the circuit using the minimum section method

**Аннотация:**

В статье рассмотрен вопрос анализа пропускной способности технической системы, путём построения двухполюсной сети, с последующим качественным анализом максимального потока передаваемого от источника к потребителю на основе метода минимальных сечений.

**Abstract:**

In the article the question of analyzing the capacity of the technical system, by building a two-pole network, followed by a qualitative analysis of the maximum flow transmitted from the source to the consumer on the basis of minimum sections method is considered

**Ключевые слова:** Система, ресурс, поток, сечение.

**Keywords:** System, resource, flow, section.

При исследовании безопасности систем (в том числе технических систем специальных объектов) необходимо моделирование и представление её в таком виде, который позволяет количественно оценивать данное свойство.

Система, используя свой потенциал, вырабатывает и передает ресурс для обеспечения функционирования потребителей данного ресурса в интересах высшей системы. Для реализации своей главной функции система имеет в своём составе [1]:

- источники ресурса  $W^s: \{w_i^s, i = 1, 2, \dots, W^s\}$ ;
- потребители ресурса  $W^t: \{w_i^t, i = 1, 2, \dots, W^t\}$ ;
- узлы преобразования и распределения ресурса  $W = \{w_i: i = 1, 2, \dots, W\}$ ;
- элементы транспортировки ресурса  $D = \{d_i: i = 1, 2, \dots, D\}$ .

Применительно к системе, изображённой на рисунке 1, такие множества представляются:  $W^s = \{2, 3\}$ ;  $W^t = \{13, 15, 17\}$ ;  $W = \{7, 9\}$ ;  $D = \{1, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 16\}$ .

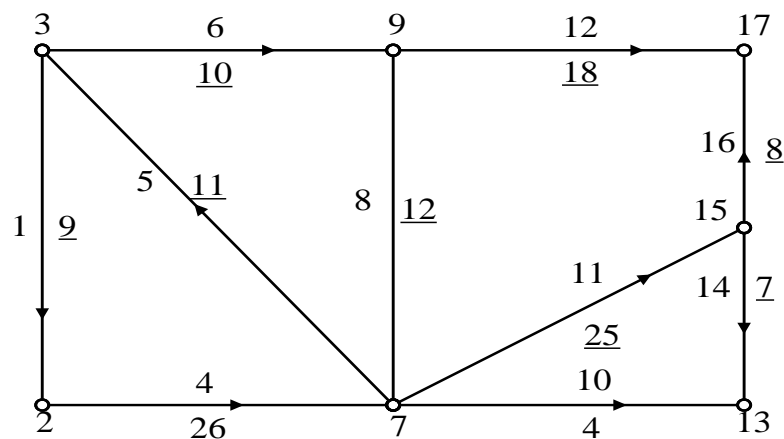


Рис. 1 - Исследуемая система

$\underline{b}$  – пропускная способность элемента системы

Каждый элемент и система в целом в любой момент времени может находиться в двух состояниях – работы или отказа [2, 8].

Пространство элементарных состояний  $\Omega$ , в которых может находиться система, представляется множествами:  $\Pi$  – состояния работоспособности и  $\Theta$  – состояния отказа таких, что  $\Pi \cup \Theta = \Omega$ . Применение кратчайших путей для моделирования состояний системы позволяет «контролировать» все возможные работоспособные состояния  $\Pi$  [3, 7].

Событие  $E$ , определённое на пространстве состояний  $\Pi$ , происходит, если система находится в работоспособном состоянии. Соответственно, событие  $\bar{E}$  определено на пространстве состояний  $\Theta$  и происходит, если система находится в состоянии отказа. Событие  $E$  сложное и зависит от событий  $E_i, i = 1, 2, \dots, N$ , определяемых в зависимости от того, в каком состоянии находится тот или иной элемент системы. Например, кратчайший путь  $D_i$  охватывает ту часть пространства  $\Pi$ , которую определяют входящие в данный путь дуги  $d_{ij}, j = 1, \dots, D_i$ . Соответственно, событие  $E_i^D$ , определённое на той части пространства  $\Pi$ , на которой существует кратчайший путь  $D_i$ , представляется как  $E_i^D = \bigcap_{j=1}^{D_i} E_{ij}$ , а событие  $E$ , определённое на пространстве  $\Pi$ , как  $E = \bigcup_{i=1}^D E_i^D$ .

Достаточно эффективно задача построения кратчайших путей решается по алгоритму последовательных приближений с расстановкой пометок [4, 5]. Для этого систему, изображённую на рисунке 1 с  $W^s \subset W$  источниками и  $W^t \subset W$  потребителями, преобразуют в двухполюсную сеть, изображённую на рисунке 2 посредством добавления искусственных дуг, связывающих полюс  $s$  с источниками, а полюс  $t$  – с потребителями. Пропускная способность каждой из этих дуг равна величине потока  $\xi_s$ , вырабатываемого соответствующим источником, или величине потока  $\xi_t$ , требуемого соответствующим потребителем. Сеть является обобщённой в том смысле, что она представляет собой синтез из двухполюсных сетей, которые могут быть построены для различных комбинаций источников и потребителей исследуемой сети. В этом смысле исследуемая система является сложной.

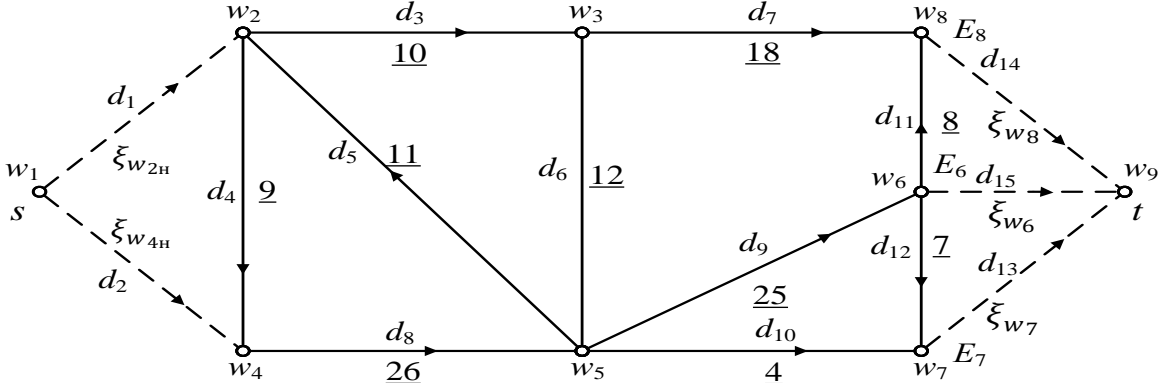


Рисунок 2 - Исследуемая сеть  $G(W, D)$   
 b – пропускная способность элемента сети

В теории графов решаются задачи о кратчайшем пути в так называемом взвешенном графе, в котором каждой дуге  $d_i$  поставлено в соответствие некоторое число  $c_i$ , называемое весом (длиной, стоимостью, ценой). Соответственно, каждый путь  $D_i$ , представляемый последовательностью дуг  $\{d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{iD_i}\}$  имеет вес  $C_i = \sum_{d_{ij} \in D_i} c_{ij}$ . Путь между одной вершиной графа и другой будет кратчайшим, если обладает минимальным весом. Очевидно, что при такой постановке задачи каждый граф имеет только один кратчайший путь [6].

Для решения таких задач существуют алгоритмы Дейкстры, Флойда, Йена и другие [4, 5, 7].  
 При построении логической модели критерий определения кратчайших путей иной, т.е. последовательность дуг, формирующих путь, не должна образовывать контуров и петель,

обеспечивая при этом структурную связь между вершинами  $s$  и  $t$ . Поэтому логическая модель представляется конечным числом путей, соответствующих данному критерию.

Так как критерии поиска кратчайших путей в теории графов и логическом моделировании отличные друг от друга, то применение непосредственно указанных выше алгоритмов для построения логической модели без существенной адаптации к ним решаемой задачи крайне затруднительно. К тому же, в этом нет необходимости, так как имеется возможность построения достаточно простых алгоритмов для решения задачи нахождения всех кратчайших путей между двумя заданными вершинами, используя алгебраическое задание графа в виде матриц смежности, инцидентности, достижимости. При этом можно использовать принципы, заложенные в существующих алгоритмах и позволяющие обеспечивать достаточную эффективность решения [5].

В таблице 1 представлены кратчайшие пути сети (см. рис. 2), при этом логическая функция, представляющая логическую модель этой сети, принимает вид (2). Представленный алгоритм, достаточно эффективен при его практической реализации и анализе реальных систем различного назначения.

Таблица 1

	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$	$d_6$	$d_7$	$d_8$	$d_9$	$d_{10}$	$d_{11}$	$d_{12}$	$d_{13}$	$d_{14}$	$d_{15}$
$D_1$	1		1				1							1	
$D_2$		1						1		1			1		
$D_3$		1						1	1						1
$D_4$	1		1			1				1			1		
$D_5$	1		1			1			1						1
$D_6$	1			1				1		1			1		
$D_7$	1			1				1	1						1
$D_8$		1						1	1			1	1		
$D_9$		1						1	1		1			1	
$D_{10}$		1				1	1	1						1	
$D_{11}$	1		1			1			1		1			1	
$D_{12}$	1		1			1			1			1	1		
$D_{13}$	1			1				1	1			1	1		
$D_{14}$	1			1				1	1		1			1	
$D_{15}$	1			1		1	1	1						1	
$D_{16}$		1	1		1		1	1						1	

$$F(x) = \begin{matrix} x_1x_3x_7x_{14} \\ x_2x_8x_{10}x_{13} \\ x_2x_8x_9x_{15} \\ x_1x_3x_6x_{10}x_{13} \\ x_1x_3x_6x_9x_{15} \\ x_1x_4x_8x_{10}x_{13} \\ x_1x_4x_8x_9x_{15} \\ x_2x_8x_9x_{12}x_{13} \\ x_2x_8x_9x_{11}x_{14} \\ x_2x_6x_7x_8x_{14} \\ x_1x_3x_6x_9x_{11}x_{14} \\ x_1x_3x_6x_9x_{12}x_{13} \\ x_1x_4x_8x_9x_{12}x_{13} \\ x_1x_4x_8x_9x_{11}x_{14} \\ x_1x_4x_6x_7x_8x_{14} \\ x_2x_3x_5x_7x_8x_{14} \end{matrix} \quad (2)$$

Поток ресурса, передаваемый в двухполюсной сети от источника  $s$  к потребителю  $t$ , ограничен по величине пропускной способностью элементов сети. По этой причине логическая модель должна позволять выполнение не только структурного, но и качественного анализа исследуемой системы с учётом ограничений по величине передаваемого потока.

Качественный анализ предполагает решение ряда задач, состав которых определяется назначением системы. Одна задача свойственна всем системам или, по крайней мере, системам производящим, транспортирующим и потребляющим материальный поток, и которая связана с ограничениями на величину существующего в сети потока. Данная задача сводится к задаче определения максимального потока в сети, моделирующей исследуемую систему.

В теории задача о максимальном потоке решается методом Форда и Фалкерсона [4, 6, 7]. В соответствии с этим методом, базирующемся на «технике пометок», задача решается путём последовательного распределения и перераспределения потоков по дугам сети с целью выявления

искомого минимального разреза (сечения), пропускная способность которого принимается за максимальный поток.

Предлагается иное решение задачи, учитывая принятый выше подход к анализу функционирования системы в целом. Решение задачи заключается в том, что определяются все существующие в сети минимальные сечения, а максимальный поток, который может существовать в сети, равен минимальному значению пропускной способности сечения из всех возможных сечений в этой сети. То есть, если  $g_{\Sigma i} = \sum_{j=1}^{\bar{D}_i} g_{ij}$  – пропускная способность сечения  $i \in (1, 2, \dots, \bar{D})$ , то максимальный поток, который может существовать в сети, определится как  $\xi_{\max} = \min\{g_{\Sigma 1}, g_{\Sigma 2}, \dots, g_{\Sigma \bar{D}}\}$ .

Минимальное сечение есть множество дуг  $\bar{D}_i = \{\bar{d}_{i1}, \dots, \bar{d}_{i\bar{D}_i}\}$ , отказ которых приводит к отказу системы. Ни одну дугу из этого множества нельзя «изъять», не нарушив условий отказа системы. Событие  $\bar{E}_j, \forall j \in 1, 2, \dots, D$  связано с отказом дуги (соответствующего элемента системы). Ему ставится в соответствие логическая переменная  $\bar{x}_j$ , принимающая значение единица, если происходит событие  $\bar{E}_j$  и ноль в противном случае.

Событие  $\bar{E}_i^{\bar{D}}$  происходит, когда отказывают все дуги, входящие в сечение  $\bar{D}_i$ . Данному событию однозначно соответствует конъюнкция  $\bigwedge_{j=1}^{\bar{D}_i} \bar{x}_j$ .

В теории задача нахождения всех минимальных сечений в указанной постановке не решается, по-видимому, за отсутствием надобности или тривиальности её решения. Действительно, так как справедливо  $E_i \cup \bar{E}_i = \Omega$  и, соответственно,  $F_t(x) \vee \bar{F}_t(x) = 1$ , то для построения функции  $\bar{F}_t(x)$ , определённой минимальными сечениями, достаточно выполнить действия, определяемые записью

$$\bar{F}_t(x) = \bigvee_{i=1}^{\bar{D}} \bigwedge_{j=1}^{D_i} x_j = \bigwedge_{i=1}^{\bar{D}} \bigvee_{j=1}^{D_i} \bar{x}_j \rightarrow \langle \text{логические преобразования} \rangle \rightarrow \bigvee_{i=1}^{\bar{D}} \bigwedge_{j=1}^{\bar{D}_i} \bar{x}_j, \quad (3)$$

Такое решение является простым, но чрезвычайно трудоёмким даже для сетей малой размерности, таких, как сеть на рис. 2.

Достаточно эффективное решение достигается с применением сети двойственной исходной сети. Двойственная сеть это сеть, каждая дуга (ребро) которой пересекает только одну дугу (ребро) исходной сети. На рис. 3 представлена сеть, изображённая на рис. 2, порядок построения двойственного графа и двойственный граф рассматриваемой сети.

В двойственной сети кратчайшие пути определяют минимальные сечения исходной сети. Нахождение минимальных сечений осуществляется также по алгоритму последовательных приближений с расстановкой пометок. Однако имеется ряд особенностей, которые необходимо учитывать.

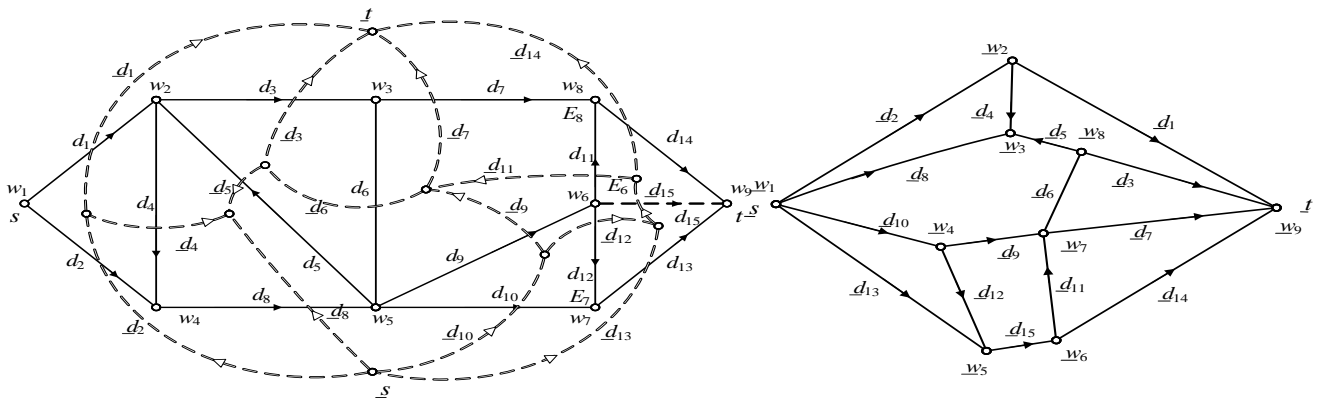


Рис. 3 - Порядок построения и двойственный граф системы

При построении кратчайших путей очередная итерация рис. 4а является «непроходной» и соответствующие дуги не включаются в очередной путь. При построении минимальных сечений (рис. 4б) такая итерация является «проходной», но дуга при этом не включается в очередное сечение.

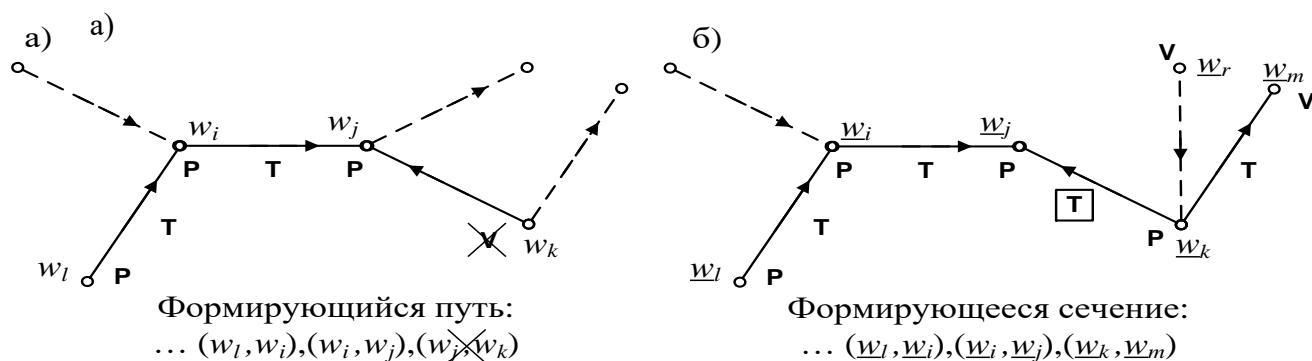


Рис. 4 – Особенности алгоритма при формировании кратчайшего пути (а) и минимального сечения (б)

В таблице 2 представлена модель сети (рис. 3) в виде минимальных сечений, построенной с использованием двойственной сети. В графе  $g_{\Sigma i}$  представлены пропускные способности минимальных сечений. Максимальный поток, существующий в сети,  $\xi_{\max} = 36$ , который определяется сечением  $\bar{D}_6 = \{\bar{d}_3, \bar{d}_8\}$ ,  $g_{\min} = g_3 + g_8$ .

Таблица 2

№	$\bar{d}_1$	$\bar{d}_2$	$\bar{d}_3$	$\bar{d}_4$	$\bar{d}_5$	$\bar{d}_6$	$\bar{d}_7$	$\bar{d}_8$	$\bar{d}_9$	$\bar{d}_{10}$	$\bar{d}_{11}$	$\bar{d}_{12}$	$\bar{d}_{13}$	$\bar{d}_{14}$	$\bar{d}_{15}$	$g_{\Sigma i}$
1	1	1														37
2		1	1	1												42
3		1		1		1	1									62
4		1		1		1								1		64
5	1							1								40
<b>6</b>			<b>1</b>					<b>1</b>								<b>36</b>
7						1	1	1								56
8						1		1						1		58
9	1				1	1			1	1						72
10			1			1			1	1						51
11							1		1	1						47
12									1	1				1		49
13										1		1		1	1	41
14							1			1	1	1			1	47
15	1				1	1				1	1	1			1	66
16			1			1				1	1	1			1	51
17													1	1	1	45
18							1				1		1		1	41
19			1			1					1		1		1	55
20	1				1	1					1		1		1	70
21							1		1				1			58
22								1					1	1		70
23	1				1	1			1				1			77
24			1			1			1				1			62

На рис. 5 представлена схема всех возможных, сечений существующих в сети. Все сечения подразделяются на четыре типа, каждый из которых определяет условия анализа.

Сечение типа I  $(W_i^{0\bar{s}}, \bar{W}_i^{0\bar{t}})$  разбивает множество вершин сети на два непересекающихся подмножества  $W_i^{0\bar{s}}$  и  $\bar{W}_i^{0\bar{t}}$ , таких, что  $W_i^{0\bar{s}} \cup \bar{W}_i^{0\bar{t}} = W^0$ . Набор дуг, связывающих эти подмножества, определяют данное сечение. Пропускная способность сечения  $\bar{D}_i = \{\bar{d}_{i1}, \dots, \bar{d}_{i\bar{D}_i}\}$  определяется как сумма пропускных способностей дуг, входящих в данное сечение,  $g_{\Sigma i} = \sum_{j=1}^{\bar{D}_i} g_{ij}$ .

Данное сечение разрывает поток между всеми источниками ресурса  $W^s = \{w_1^s, w_2^s, \dots, w_{W^s}^s\}$  и всеми потребителями  $W^t = \{w_1^t, w_2^t, \dots, w_{W^t}^t\}$  и, соответственно, разрывает структурную связь между полюсами  $s - t$  как обобщенной сети, так и всех синтезированных в ней сетей. Для существования потока в сети, в которой существуют минимальные сечения данного типа, должно выполняться условие

$$g_{min}^I \geq \xi_{W^t} \xi_{W^s}, \quad (4)$$

где  $g_{min}^I$  – минимальная пропускная способность сечений типа I;

$\xi_{W^s} = \sum_{i=1}^{W^s} \xi_{w_i^s}$  – поток всех источников ресурса;

$\xi_{W^t} = \sum_{i=1}^{W^t} \xi_{w_i^t}$  – потребный поток потребителей ресурса.

Комбинация «источник-потребитель» для данного сечения только одна  $W^s - W^t$ .

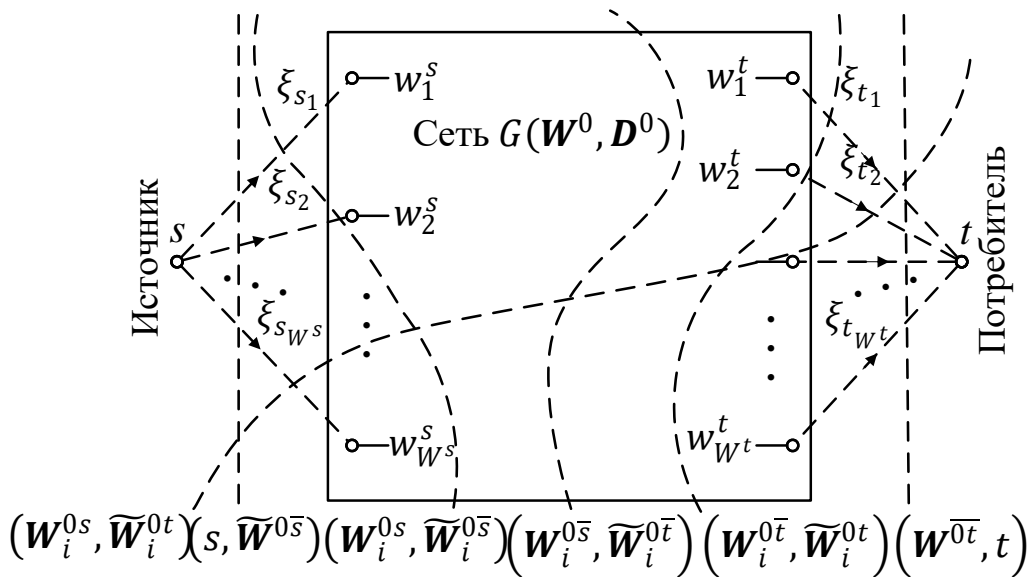


Рис. 5 - Типы сечений сети

Сечение типа II  $(s, \bar{W}^{0\bar{s}})$  разбивает множество вершин сети на два подмножества: вершину  $s$  и подмножество  $\bar{W}^{0\bar{s}}$  – множество вершин сети за исключением  $s$ . Данное сечение также разрывает поток относительно всех потребителей  $W^t = \{w_1^t, w_2^t, \dots, w_{W^t}^t\}$  вследствие отказа всех источников ресурса  $W^s = \{w_1^s, w_2^s, \dots, w_{W^s}^s\}$ . Соответственно, разрывается структурная связь между полюсами  $s - t$  как обобщенной сети, так и всех синтезированных в ней сетей.

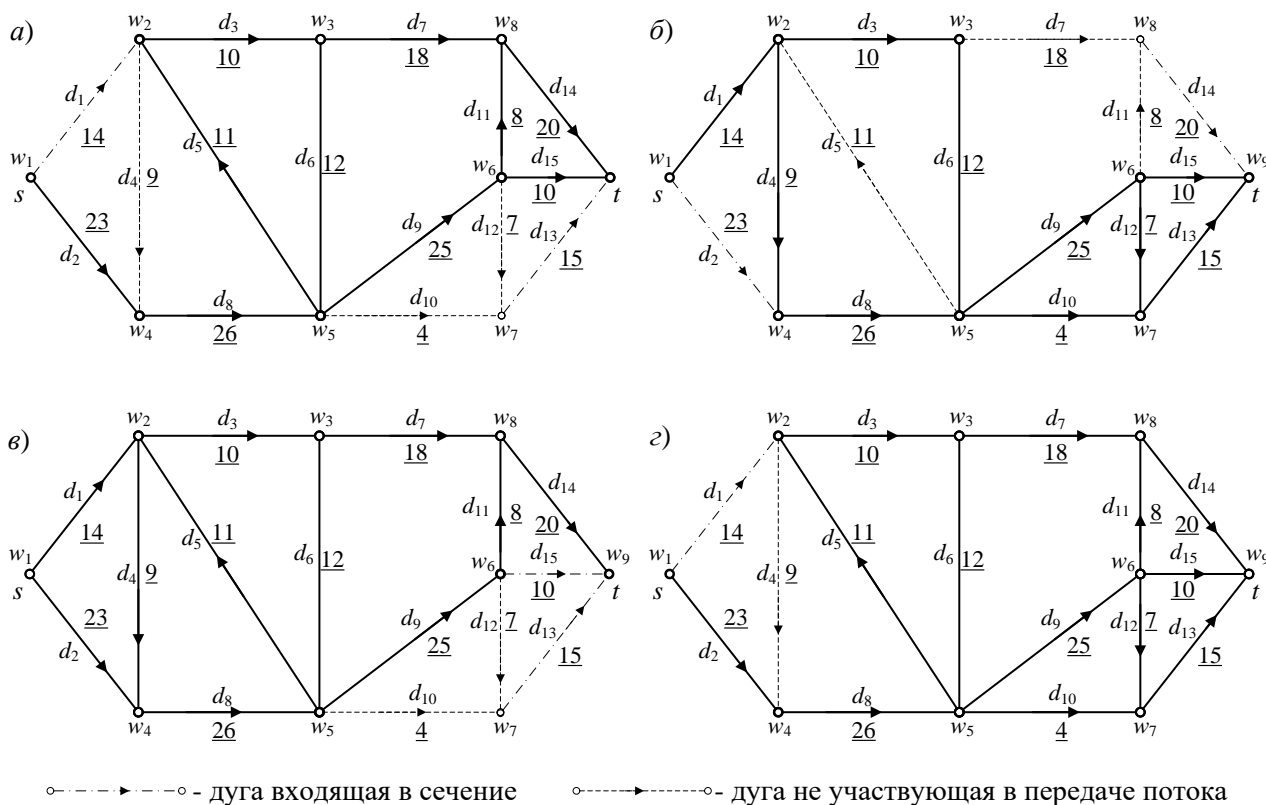
Для существования потока в сети, в которой существует минимальное сечение данного типа, также должно выполняться условие (4). Комбинация «источник-потребитель» для данного сечения только одна:  $\emptyset - W^t$ .



Сечение типа III ( $W^{0\bar{t}}, t$ ) разбивает множество вершин сети на два подмножества: подмножество  $t$  и подмножество  $W^{0\bar{t}}$ . Данное сечение разрывает поток относительно всех источников  $W^s = \{w_1^s, w_2^s, \dots, w_{W^s}^s\}$  вследствие отказа всех потребителей ресурса  $W^t = \{w_1^t, w_2^t, \dots, w_{W^t}^t\}$ . Соответственно, разрывается структурная связь между полюсами  $s-t$  как обобщенной сети, так и всех синтезированных в ней сетей. Для существования потока в сети, в которой существует минимальное сечение данного типа, также должно выполняться условие (4). Комбинация «источник-потребитель» для данного сечения только одна:  $W^s - \emptyset$ .

Сечение типа IV ( $W_i^{0s}, \bar{W}_i^{0t}$ ) разбивает множество вершин сети на два непересекающихся подмножества  $W_i^{0s}$  и  $\bar{W}_i^{0t}$ . Структура сечения содержит дуги источников  $\bar{D}_i^s$ , потребителей  $\bar{D}_i^t$  и непосредственно сети  $\bar{D}_i$  таких, что  $\bar{D}_i^s \cup \bar{D}_i^t \cup \bar{D}_i = \bar{D}_i^0$  и образующих сечение ( $W_i^{0s}, \bar{W}_i^{0t}$ ).

Сечение ( $W_i^{0s}, \bar{W}_i^{0t}$ ) не охватывает набор дуг источников  $\underline{D}_i^s = D^s / \bar{D}_i^s$  и дуг потребителей  $\underline{D}_i^t = D^t / \bar{D}_i^t$ . Составляющая сечения из дуг непосредственно сети  $\bar{D}_i$  разрывает структурную связь между неохваченным сечением комбинацию вершин источников  $\underline{W}_i^s$  и потребителей  $\underline{W}_i^t$ , инцидентных соответственно дугам  $\underline{D}_i^s$  и  $\underline{D}_i^t$ . Пример такого типа сечений представлен на рисунке 6.



Сечения типа IV

а) комбинация  $\{w_4\} - \{w_6, w_8\}$     б) комбинация  $\{w_2\} - \{w_6, w_7\}$

Сечение типа IV.1

Сечение типа IV.2

в) комбинация  $\{w_2, w_4\} - \{w_8\}$     г) комбинация  $\{w_4\} - \{w_6, w_7, w_8\}$

Рис. 6 - Комбинации «источник-потребитель» и соответствующие им передающие части сети (рисунок 3) для сечений типа IV

Комбинация «источник-потребитель» вида  $\underline{W}_i^s - \underline{W}_i^t$  в сети может быть только одна. Фактически сеть  $G(W_i^0, D_i^0)$  из  $\underline{W}_i^s$  источников и  $\underline{W}_i^t$  потребителей, одним из сечений которой

являются дуги  $\bar{D}_i$ , есть одна из сетей, синтезированных в сети  $G(W^0, D^0)$ . Для существования потока в сети  $G(W_i^0, D_i^0)$  должно выполняться условие

$$g_{min_i}^{IV} \geq \xi_{\underline{W}_i^t} \leq \xi_{\underline{W}_i^s}, \quad (5)$$

где  $g_{min_i}^{IV}$  – минимальная пропускная способность сечений  $\bar{D}_i$  сети  $G(W_i^0, D_i^0)$ ;

$\xi_{\underline{W}_i^s} = \sum_{i=1}^{W_i^s} \xi_{w_i^s}$  – поток всех источников ресурса сети  $G(W_i^0, D_i^0)$ ;

$\xi_{\underline{W}_i^t} = \sum_{i=1}^{W_i^t} \xi_{w_i^t}$  – потребный поток потребителей ресурса сети  $G(W_i^0, D_i^0)$ .

Сечение типа IV.1  $(W_i^{0\bar{t}}, \widetilde{W}_i^{0t})$  разбивает множество вершин сети на два непересекающихся подмножества  $W_i^{0\bar{t}}$  и  $\widetilde{W}_i^{0t}$ . Структура сечения не содержит дуг потребителей  $\bar{D}_i^t$  и непосредственно сети  $\bar{D}_i$  таких, что  $\bar{D}_i^t \cup \bar{D}_i = \bar{D}_i^0$  и образующих сечение  $(W_i^{0s}, \widetilde{W}_i^{0t})$ . Дуги источников  $D^s$  в сечение такого типа не входят.

Сечение  $(W_i^{0\bar{t}}, \widetilde{W}_i^{0t})$  не охватывает набор дуг потребителей  $\underline{D}_i^t = D^t / \bar{D}_i^t$ . Составляющая сечения из дуг непосредственно сети  $\bar{D}_i$  разрывает структурную связь между всеми вершинами источников  $W^s$  и части потребителей  $\underline{W}_i^t$ , инцидентных дугам  $\underline{D}_i^t$ . Пример такого типа сечений представлен на рис. 6.

Комбинация «источник-потребитель» вида  $W^s - \underline{W}_i^t$  образует сеть  $G(W_i^0, D_i^0)$ , в состав которой входят все источники ресурса  $W^s$  и не охваченные сечением потребители  $\underline{W}_i^t$ . Одним из сечений такой сети есть дуги  $\bar{D}_i$ . Условие существования потока в такой сети

$$g_{min_i}^{IV.1} \geq \xi_{\underline{W}_i^t} \leq \xi_{W^s}, \quad (6)$$

где  $g_{min_i}^{IV.1}$  – минимальная пропускная способность сечений  $\bar{D}_i$  сети  $G(W_i^0, D_i^0)$ ;

$\xi_{W^s} = \sum_{i=1}^{W^s} \xi_{w_i^s}$  – поток всех источников ресурса сети  $G(W_i^0, D_i^0)$ ;

$\xi_{\underline{W}_i^t} = \sum_{i=1}^{W_i^t} \xi_{w_i^t}$  – потребный поток потребителей ресурса сети  $G(W_i^0, D_i^0)$ .

Сечение типа IV.2  $(W_i^{0s}, \widetilde{W}_i^{0\bar{s}})$  аналогично сечению типа IV.1, но оно не содержит дуг потребителей  $D^t$ .

Комбинация «источник-потребитель» вида  $\underline{W}_i^s - W^t$  образует сеть  $G(W_i^0, D_i^0)$ , в состав которой входят все потребители ресурса  $W^t$  и не охваченные сечением источники  $\underline{W}_i^s$ . Одним из сечений такой сети есть дуги  $\bar{D}_i$ . Условие существования потока в такой сети

$$g_{min_i}^{IV.2} \geq \xi_{W^t} \leq \xi_{\underline{W}_i^s}, \quad (7)$$

где  $g_{min_i}^{IV.2}$  – минимальная пропускная способность сечений  $\bar{D}_i$  сети  $G(W_i^0, D_i^0)$ ;

$\xi_{\underline{W}_i^s} = \sum_{i=1}^{W_i^s} \xi_{w_i^s}$  – поток всех источников ресурса сети  $G(W_i^0, D_i^0)$ ;

$\xi_{W^t} = \sum_{i=1}^{W^t} \xi_{w_i^t}$  – потребный поток потребителей ресурса сети  $G(W_i^0, D_i^0)$ .

В таблице 3 представлены минимальные сечения всех типов сети (см. рис. 2).

Таблица 3

№	Тип сечения	Источник	Сечения		$g_{\Sigma i}$	Потребитель	$\xi_{(s-t)i}^{max}$	$\xi_{ti}^{max}$	
			$\xi_s^{расп.}$	обобщённая сеть $G(W^0, D^0)$					синтезированная сеть $G(W_i^0, D_i^0)$
1	I	$w_2 w_4$	37	$\bar{x}_3 \bar{x}_8$	$\bar{x}_3 \bar{x}_8$	$w_7 w_8 w_6$	36	14	
2				$\bar{x}_6 \bar{x}_7 \bar{x}_8$	$\bar{x}_6 \bar{x}_7 \bar{x}_8$				56
3				$\bar{x}_3 \bar{x}_6 \bar{x}_9 \bar{x}_{10}$	$\bar{x}_3 \bar{x}_6 \bar{x}_9 \bar{x}_{10}$				51
4				$\bar{x}_7 \bar{x}_9 \bar{x}_{10}$	$\bar{x}_7 \bar{x}_9 \bar{x}_{10}$				47
5	II			$\bar{x}_1 \bar{x}_2$	$\bar{x}_1 \bar{x}_2$				
6	III			$\bar{x}_{13} \bar{x}_{14} \bar{x}_{15}$	$\bar{x}_{13} \bar{x}_{14} \bar{x}_{15}$				
7	IV.1	$w_2$	14	$\bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4$	$\bar{x}_3 \bar{x}_4$	$w_7 w_8 w_6$	14	14	
8				$\bar{x}_2 \bar{x}_4 \bar{x}_6 \bar{x}_7$	$\bar{x}_4 \bar{x}_6 \bar{x}_7$				39
9	IV.1	$w_4$	23	$\bar{x}_1 \bar{x}_8$	$\bar{x}_8$	$w_7 w_8 w_6$	23	14	
10				$\bar{x}_1 \bar{x}_5 \bar{x}_6 \bar{x}_9 \bar{x}_{10}$	$\bar{x}_5 \bar{x}_6 \bar{x}_9 \bar{x}_{10}$				52
11	IV	$w_2$	14	$\bar{x}_2 \bar{x}_4 \bar{x}_6 \bar{x}_{14}$	$\bar{x}_4 \bar{x}_6$	$w_7 w_6$	14	14	
12	IV.2	$w_2 w_4$	37	$\bar{x}_6 \bar{x}_8 \bar{x}_{14}$	$\bar{x}_6 \bar{x}_8$	$w_7 w_6$	29		
13				$\bar{x}_9 \bar{x}_{10} \bar{x}_{14}$	$\bar{x}_9 \bar{x}_{10}$			29	
14	IV	$w_4$	23	$\bar{x}_1 \bar{x}_5 \bar{x}_6 \bar{x}_{10} \bar{x}_{11} \bar{x}_{12} \bar{x}_{15}$	$\bar{x}_5 \bar{x}_6 \bar{x}_{10} \bar{x}_{11} \bar{x}_{12}$	$w_7 w_8$	23	23	
15	IV.2	$w_2 w_4$	37	$\bar{x}_7 \bar{x}_{10} \bar{x}_{11} \bar{x}_{12} \bar{x}_{15}$	$\bar{x}_7 \bar{x}_{10} \bar{x}_{11} \bar{x}_{12}$	$w_7 w_8$	37		
16				$\bar{x}_3 \bar{x}_6 \bar{x}_{10} \bar{x}_{11} \bar{x}_{12} \bar{x}_{15}$	$\bar{x}_3 \bar{x}_6 \bar{x}_{10} \bar{x}_{11} \bar{x}_{12}$			62	
17	IV	$w_4$	23	$\bar{x}_1 \bar{x}_5 \bar{x}_6 \bar{x}_9 \bar{x}_{13}$	$\bar{x}_5 \bar{x}_6 \bar{x}_9$	$w_8 w_6$	23	23	
18	IV.2	$w_2 w_4$	37	$\bar{x}_7 \bar{x}_9 \bar{x}_{13}$	$\bar{x}_7 \bar{x}_9$		$w_8 w_6$		37
19				$\bar{x}_3 \bar{x}_6 \bar{x}_9 \bar{x}_{13}$	$\bar{x}_3 \bar{x}_6 \bar{x}_9$	47			
20	IV.2	$w_2 w_4$	37	$\bar{x}_{10} \bar{x}_{12} \bar{x}_{14} \bar{x}_{15}$	$\bar{x}_{10} \bar{x}_{12}$	$w_7$	11	11	
21	IV.2	$w_2 w_4$	37	$\bar{x}_7 \bar{x}_{11} \bar{x}_{13} \bar{x}_{15}$	$\bar{x}_7 \bar{x}_{11}$	$w_8$	26	23	
22				$\bar{x}_3 \bar{x}_6 \bar{x}_{11} \bar{x}_{13} \bar{x}_{15}$	$\bar{x}_3 \bar{x}_6 \bar{x}_{11}$				30
23	IV	$w_4$	23	$\bar{x}_1 \bar{x}_5 \bar{x}_6 \bar{x}_{11} \bar{x}_{13} \bar{x}_{15}$	$\bar{x}_5 \bar{x}_6 \bar{x}_{11}$		23		
24	IV.2	$w_2 w_4$	37	$\bar{x}_9 \bar{x}_{13} \bar{x}_{14}$	$\bar{x}_9$	$w_6$	25	25	

В таблице все минимальные сечения сгруппированы по сетям, синтезированным в обобщённой сети. Каждую сеть отличают: комбинация «источник-потребитель»; располагаемым потоком источников  $\xi_s^{расп.}$ ; минимальными сечениями и их пропускными способностями  $g_{\Sigma i}$ ; максимальным потоком сети как минимум из пропускных способностей дуг  $g_{min_i}$ , а также требуемым потоком ресурса  $\xi_t^{треб.}$ , определяемым комбинацией потребителей.

Из таблицы следует, что набор сечений зависит от нагрузочных характеристик потребителей.

Критерием включения минимальных сечений сети  $G(W^0, D^0)$  в функцию  $\bar{F}(x)$  является условие

$$g_{min_i} \geq \xi_t^{треб.} \leq \xi_s^{расп.} \quad (8)$$

Выполненный анализ технической системы, модель которой представлена на рисунке 1, позволяет выработать рекомендации по совершенствованию исследуемой системы,

функционирующей в условиях воздействия различных факторов: временного, внешнего, интеллектуального и их комплекса.

#### **Список литературы:**

1. Павленок, А.М. Безопасность технических систем и методы оценки риска / А.М. Павленок, М.А. Монахов // Сборник трудов докторантов и адъюнктов. Выпуск 5- СПб., ВИТУ, 2000 - С. 103-106.
2. Блауберг, И.В. Системный подход: предпосылки, проблемы, трудности / И.В. Блауберг, В.И. Садовский, З.Г. Юдин. – М.: Знание, 1969.
3. Вентцель, Е.С. Теория случайных процессов и её инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Наука, 1991. – 384 с.
4. Калитин, Н.Н. Численные методы / Н.Н. Калитин. – М.: Наука, 1978.
5. Кормен, Т.Х. Алгоритмы: построение и анализ / Т.Х. Кормен, Ч.И. Лейзерсон, Р.Л. Ривест. – М.: Вильямс, 2006. – 1296 с.
6. Кристофидес, Н. Теория графов. Алгоритмический подход / Н. Кристофидес. – М.: Мир., 1978. – 369 с.
7. Рябинин, И.А. Логико-вероятностные методы исследования надёжности структурно-сложных систем / И.А. Рябинин, Г.Н.Черкесов. – М.: Радио и связь, 1981. – 263с.
8. Рябинин, И.А. Надёжность и эффективность структурно-сложных технических систем / И.А. Рябинин, Ю.М. Парфенов // Сборник «Основные вопросы теории и практики надёжности». – Минск: Наука и техника, 1982. – С 25-40.

## **Проектирование, строительство и реконструкция объектов военного назначения**

УДК:355.7: 69.07:624.012.4:624.016

*Бакевич А.М., Ваучский М.Н.  
Bakevich A. M., Vaychskii M.N.*

### **Особенности расчета центрально сжатых трубобетонных колонн, в которых нагрузку воспринимает только бетонное ядро**

#### **Features of the calculation of centrally compressed tube-reinforced concrete columns, where only concrete core carries the load**

##### **Аннотация:**

*В статье приведена классификация трубобетонных колонн по способу передачи нагрузки: нагрузка передаётся на всё сечение колонны, нагрузка передаётся только на бетонное ядро, а металлическая оболочка не нагружена. Рассмотрены особенности расчета трубобетонных колонн второго вида под действием осевой сжимающей нагрузки. Приведены основные допущения и предпосылки для расчета несущей способности колонны второго вида. Определены условия для наступления предельного состояния таких колонн. Установлены зависимости напряжений, развивающихся в бетонном ядре и стальной оболочке. Определен порядок расчета трубобетонных колонн второго вида по предельным состояниям первой группы и выделены основные*

отличительные особенности таких колонн от колонн первого вида. Сделан вывод о более высокой эффективности колонн второго вида, как с точки зрения несущей способности, так и при действии запредельных нагрузок.

**Abstract:**

*The article presents the classification of composite columns according to the method of load transfer: the load is transferred to the entire cross section of the column, the load is transferred only to the concrete core when the metal shell is not loaded. The features of the calculation of tube-reinforced concrete columns of the second type under axial compressive loads are considered. The main allowances and prerequisites for the calculation of the bearing capacity of columns of the second type are given. The conditions for the onset of the limiting state of such columns are considered as well as the dependences of stresses developing in the concrete core and steel shell. The procedure of the calculation of tube-reinforced concrete columns of the second type on the limited states of the first group are given. The conclusion is drawn that the second kind of columns are more effective both from the point of view of bearing capacity, and under the action of structural overloads*

**Ключевые слова:** *трубобетон, колонна, эффект обоймы, расчет несущей способности*

**Keywords:** *tube-reinforced concrete, column, casing effect, the calculation of bearing capacity*

Одним из решений, способствующих повышению надежности, уменьшению продолжительности работ и сокращению материальных затрат в процессе строительства объектов военной инфраструктуры является использование эффекта обоймы при конструировании железобетонных колонн зданий и сооружений. В последнее время все большее распространение получают колонны, выполненные из стальных труб заполненных бетоном – в них эффект обоймы проявляется наиболее полно. Такие колонны называются трубобетонными (далее – ТБК). ТБК являются удачным примером того как сталь и бетон заметно повышают несущую способность друг друга и всего элемента в целом.

В отличие от монолитных, сборных железобетонных или кирпичных конструкций, ТБК имеют пластический характер работы в предельном состоянии, что исключает опасность внезапного разрушения конструкции в целом или отдельной ее части под действием критических нагрузок (взрывная волна, попытка прорыва через ограждающую конструкцию). Следовательно, ТБК более эффективно для применения на объектах военной инфраструктуры.

ТБК возможно классифицировать по форме поперечного сечения, величине соотношения диаметра ядра к толщине оболочки, прочности бетонного ядра и степени предварительного напряжения бетонного ядра, однако, при различиях в указанных параметрах не изменяется принцип работы ТБК под действием сжимающей силы. Единственным фактором, принципиально влияющим на процессы взаимодействия ядра и оболочки является способ передачи нагрузки на колонну. По этому параметру ТБК можно разделить на два вида:

- ТБК 1 - нагрузку воспринимает все сечение колонны;
- ТБК 2 - нагрузку воспринимает только ядро, а роль оболочки сводится к созданию реактивного бокового давления на него.

В настоящее время работы многих исследователей [1,2,3,4,5,6] и нормативные документы посвящены вопросам расчета и конструирования ТБК 1. В частности, не так давно вступил в силу свод правил [7], в котором даны требования по расчету ТБК 1.

В указанном документе принят следующий подход к определению несущей способности трубобетонных элементов (ТБЭ): в соответствии с п. 4.4.5.3 [7] прочность сечения ТБК 1 определяется большим из двух значений – прочностью ядра или прочностью трубы.

В настоящей статье рассмотрены особенности расчета ТБК 2 под действием осевой сжимающей нагрузки.

Свод правил [7] является нормативным руководящим документом, соответственно исследование особенностей расчета ТБК 2 следует производить на его основе, при этом принимая во внимание результаты, полученные другими исследователями [1,2,3,4,5,6].

Учитывая изложенное, и, принимая во внимание особенности характера работы ТБК 2, расчет предельных усилий в таких колоннах нужно определять, исходя из следующих допущений:

- сопротивление бетона растяжению принимается равным нулю;
- при передаче осевого сжимающего усилия только на бетонное ядро предполагается раздельная работа оболочки и ядра в продольном направлении вплоть до наступления предельного состояния;
- на всех стадиях работы бетонное ядро находится в объемном напряженном состоянии;
- на всех стадиях работы в оболочке развиваются тангенциальные напряжения;
- распределение нормальных напряжений по высоте колонны в осевом направлении является равномерным;
- после вступления металла оболочки в пластическую стадию величины напряжений в ней считаются постоянными. Их направление совпадает с направлением в момент наступления текучести;
- случайный эксцентриситет  $e_a$  не превышает значений указанных в п. 7.1.1.5 [7].

Приведенные допущения, в части, касающейся бетонного ядра, удовлетворительно согласуются с предпосылками для расчета, изложенными в [7]. Следовательно, при расчете несущей способности ядра ТБК ( $R_{bp}$ ) следует руководствоваться именно этим нормативным документом.

В ТБК 2 несущая способность колонны ограничивается несущей способностью оболочки в следующем случае: если радиальные напряжения в бетоне  $\sigma_{br}$ , передающиеся на стальную оболочку превысят критическое значение, при котором в оболочке разовьются тангенциальные напряжения  $\sigma_{pt}$  превышающие предел текучести стали. Схема распределения напряжений в оболочке и ядре представлена на рисунке 1. Соответственно, следует ввести еще одно допущение:

- деформации бетонного ядра в предельном состоянии не превышают величины зазора между плитой перекрытия и верхним торцом оболочки.

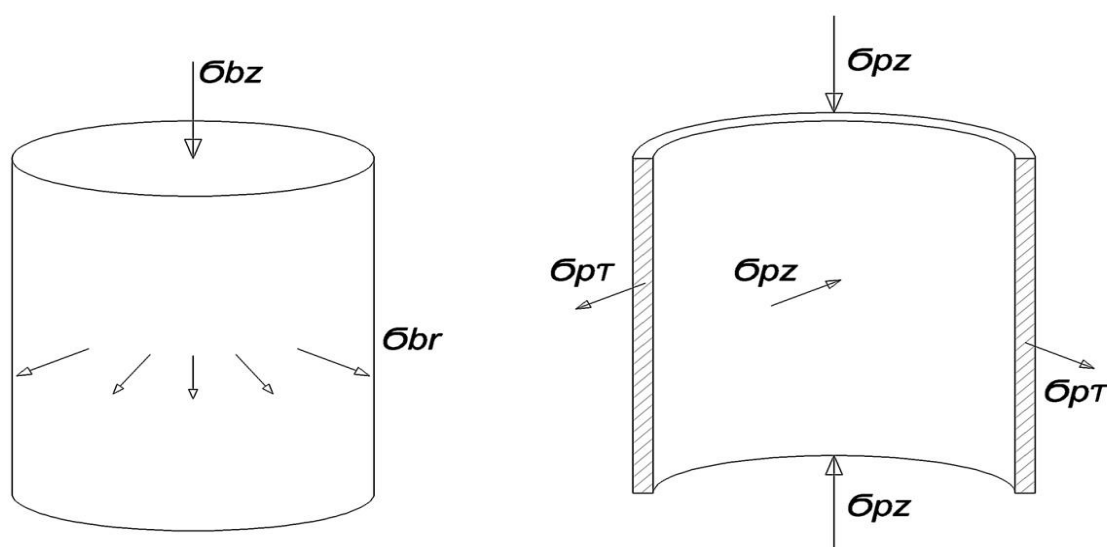


Рисунок 1. Схема распределения напряжений в элементах ТБК 2

Исходя из изложенного, для наступления предельного состояния ТБК 2, должны совместно выполняться два условия:

- достижение нормальными напряжениями в бетоне ядра, действующими в осевом направлении, значений прочности бетона при трехосном сжатии  $R_{bp}$ ;
- достижение тангенциальными напряжениями в стальной оболочке  $\sigma_{pt}$  величины расчетного сопротивления стали растяжению  $R_y$ . Соответственно радиальные напряжения в бетоне  $\sigma_{br}$  должны создать усилия  $\sigma_{pt} = R_y$ , при которых будет достигнут предел текучести стали. Для обозначения прочности бетона при которой достигается искомый уровень  $\sigma_{br,max}$  примем  $R_{bp}^*$ .

Для определения зависимости между  $\sigma_{br}$  и  $\sigma_{pt}$  в труботетонном элементе профессор Кришан А.Л. [1] предложил методику, основанную на решении систем уравнений, описывающих связь между напряжениями и деформациями в бетонном ядре и стальной оболочке. При этом взаимосвязь напряжений в стальной оболочке была принята по условию Губера-Генки-Мозеса, а в бетонном ядре, работающем в состоянии объемного сжатия, взаимосвязь была принята на основе ортотропной модели, изложенной Карпенко Н.И. [8].

Для тонкостенных труботетонных элементов ( $\delta/D \leq 0,025$ ) при равномерном распределении  $\sigma_{pt}$  по нормальным сечениям оболочки формула взаимосвязи напряжений принимает вид [1]:

$$\sigma_{pt} = 0,5 \frac{d}{\delta} \sigma_{br} , \quad (1)$$

где:

$d$  - внутренний диаметр трубы;

$\delta$  - толщина стенки трубы.

Также Кришаном А.Л. была выведена формула для определения критического радиального напряжения в бетоне:

$$\sigma_{br,max} = \frac{m_0 R_{yn} A_p}{\sqrt{n_0 m_0^2 + n_0^2}} , \quad (2)$$

где:

$$n_0 = 3A_b^2 - \frac{1}{3}A_b A_p + \frac{1}{12}A_p^2 , \quad (3)$$

где:

$A_b$  - площадь поперечного сечения бетонного ядра;

$A_p$  - площадь поперечного сечения стали трубы.

$$m_0 = \frac{A_p}{6} + (k - 1)A_b , \quad (4)$$

где:

$k$  – коэффициент бокового обжатия, определяемый по формуле:

$$k = 7 - 1,2 \frac{R_y A_p}{R_b A_b} , \quad (5)$$

где:

$R_b$  - призмная прочность бетона;

$R_{yn}$  - предел текучести стали.

При выводе данных формул коэффициент «k» был принят как постоянная величина. При этом в [1] отмечается, что в связи со сложным напряженным состоянием трубобетона «k» может варьироваться в достаточно узком диапазоне, но его величина зависит от многих факторов. В том числе от интенсивности напряжений и деформаций в оболочке и ядре.

Учитывая, что данная статья посвящена рассмотрению вопросов расчета только предельного состояния ТБК 2 принятие  $k = \text{const}$  вполне допустимо (при максимуме радиальных напряжений). Однако, при проведении других видов расчетов, например по предельным состояниям второй группы, коэффициент бокового обжатия следует определять в соответствии с рекомендациями, изложенными в работах [1, 2].

Стоит отметить, что прослеживаемая зависимость напряжений в бетоне от параметров оболочки является отличительной особенностью этой методики. Так как в трубобетонном элементе бетон увеличивает свою несущую способность (относительно призменной или цилиндрической прочности) именно за счет эффекта обоймы, обусловленного действием стальной оболочки.

Из вышеизложенного видно то, что усилие  $R_{bp}^* = \sigma_{br,max}$  можно определить из исходных параметров колонны. При этом:

$$R_{pc} = 0,5 \frac{d}{\delta} R_{bp}^* \quad (6)$$

Таким образом, расчет ТБК 2 по предельным состояниям первой группы следует осуществлять в следующем порядке:

1. Вычисление  $R_{bp}$  в соответствии с [7].
2. Определение величины  $R_{bp}^*$  по представленным формулам. При этом необходимо отметить, что  $R_{bp}^* \leq R_{bp}$ . В противном случае потеря несущей способности колонны наступит ранее, чем радиальные напряжения в ядре достигнут необходимого уровня.
3. Расчет  $R_{pc}$  по формуле 6. При этом полученные результаты подпадают под один из нижеприведенных случаев:

В случае если  $R_{pc} \geq R_y$  несущую способность всей колонны следует принимать на основании п. 4.4.5.3 [7]. То есть прочность сечения элемента определяется большим из значений – прочностью  $R_{bp}$  или величиной расчетного сопротивления стали  $R_y$ .

В случае если  $R_{pc} < R_y$  несущую способность всей колонны следует оценивать как  $R_{bp}$ . Таким же образом несущая способность колонны определяется при  $R_{bp}^* > R_{bp}$ .

На основании изложенного, можно выделить следующие основные особенности ТБК 2:

- при определении несущей способности ТБК 2 снижение расчетного сопротивления оболочки не происходит, в то время как в существующей нормативной документации по расчету ТБЭ (ТБК 1 – в частности) [7] учитывается снижение расчетного сопротивления металла трубы за счет сжатия в продольном направлении;

- при наступлении продольных деформаций бетонного ядра, превышающих величину зазора между плитой перекрытия и верхним торцом оболочки, колонна начинает работать как ТБК 1, что повышает ее несущую способность при закритических воздействиях, что особенно актуально для объектов оборонной инфраструктуры.

Исходя из указанных особенностей, можно сделать вывод о более высокой эффективности ТБК 2, как с точки зрения несущей способности, так и при действии запредельных нагрузок.

#### Список литературы:

1. Кришан А.Л. Трубобетонные колонны с предварительно обжатым ядром : монография. Ростов-на-Дону: РГСУ. 2011. 372 с.



2. Кришан А.Л., Заикин А.И., Сагадатов А.И. Трубобетонные колонны высотных зданий: монография. Магнитогорск: ООО «МиниТип», 2010. 195 с.
3. Кришан А.Л., Сабиров Р.Р., Суровцев М.М. Трубобетонные колонны круглого, кольцевого и квадратного поперечного сечения: монография. Магнитогорск: МГТУ, 2014. 209 с.
4. Кузнецова Е.Е. Расчет и конструкция трубобетонных элементов в мостах: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1993. 16 с.
5. Стороженко Л.И., Плахотный П.И., Черный А.Я. Расчет трубобетонных конструкций: монография. Киев: изд-во «Будівельник», 1991. 119 с.
6. Лукша Л.К.. Прочность трубобетона: монография. Минск: Высшая школа. 1977. 96 с.
7. СП 266.1325800.2016 Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования. М., 2016. 124 с.
8. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона: монография. М.: Стройиздат, 1996. 416 с.

УДК 355.7:623.09:699.8

*Панков А.С., Чернышов М.В.*  
*Pankov A.S., Chernyshov M.V.*

### **Актуальные проблемы защиты режимных объектов**

#### **Actual problems of classified facilities protection**

##### ***Аннотация:***

*В статье описаны принципы создания комплекса технических средств физической защиты объекта с учетом наиболее вероятных угроз криминального и террористического характера; указаны ключевые факторы, влияющие на безопасность. Приведено несколько примеров террористических атак на контрольно-пропускные пункты режимных объектов. На основе анализа этих инцидентов сделаны выводы об основных защитных характеристиках, которыми должны обладать физические барьеры.*

##### ***Abstract:***

*The article describes the principles of design of complex technical means of object's physical protection taking into consideration most probable criminal and terroristic threats; key factors affecting safety are also shown. Several examples of terrorist attacks on the checkpoints of classified facilities are given. Based on the analysis of these incidents, the authors give findings on the main protective parameters of physical barriers.*

***Ключевые слова:*** *физическая безопасность, инженерно-технические средства защиты, контрольно-пропускной пункт, террористическая атака на режимный (охраняемый) объект.*

***Keywords:*** *physical security, technical means of protection, checkpoint, terrorist attack on of classified facilities*

В России существует множество объектов, относящихся к категории режимных. Наиболее важные из них – государственные учреждения с ограничением доступа, объекты силовых структур,

охраняющих государственную тайну, опасные промышленные объекты, в том числе объекты транспорта, топливно-энергетического комплекса и использования атомной энергии [1, 2]. Обеспечение защиты таких объектов является важным приоритетом общественной и национальной безопасности.

Предметом защиты является жизнь или здоровье сотрудников силовых структур, работников предприятий, граждан, сохранность имущества, находящегося на объекте (в том числе информации), а также сохранение нормального режима функционирования объекта, особенно в случае, если он выполняет важные социальные функции или может оказаться источником опасности техногенного или экологического характера. Уровень безопасности, соответственно, определяется вероятностью предотвращения максимального числа угроз при различных сценариях террористического или криминального воздействия [3].

Определение степени защищенности любого объекта целесообразно основывать на анализе «привлекательности» совершения на нем противоправных актов, оценки возможной, но недопустимой совокупной опасности и последствий. При установлении необходимого уровня защищенности объекта необходимо исходить из противостояния наиболее опасным угрозам с наиболее тяжелыми последствиями.

При этом надо понимать, что атакующая сторона (нарушитель) всегда имеет преимущество за счет инициативы, выбирая время, место и способ проникновения. Преследуя свои цели, нарушитель старается обойти возможность сопротивления его действиям в соответствии со своим представлением об уязвимостях объекта.

Попытка нападения на режимный объект может быть выполнена в разной форме: скрытной или явной. Соответственно, инженерно-технические средства охраны должны предусматривать возможность противодействию несанкционированному проникновению на объект вне зависимости от тактики нарушителей.

#### Характерные особенности угроз террористического и криминального характера [4]

Таблица 1.

п/п	Угрозы террористического характера	Угрозы криминального характера
1	<i>Характер:</i> политический, социальный, экономический	<i>Характер:</i> экономический, социально-экономический
2	<i>Действия:</i> скрытые (до совершения террористического акта – ТА) и открытые (после совершения)	<i>Действия:</i> скрытые (до совершения криминального действия) и открытые (после совершения)
3	<i>Основные угрозы:</i> захват заложников, объекта, создание техногенных или экологических чрезвычайных ситуаций	<i>Основные угрозы:</i> хищение людей, имущества, материальных ценностей, конфиденциальной информации
4	<i>Характер воздействия:</i> групповое с применением оружия, взрывы, поджоги, применение опасных веществ, нарушение систем жизнеобеспечения объекта, тараны автомашинами	<i>Характер воздействия:</i> проникновение с применением различных приспособлений, оборудования механического, электрического специального
5	<i>Квалификация нарушителей:</i> высокая	<i>Квалификация нарушителей:</i> различная
6	<i>Оснащение техническими средствами:</i> высокое, укомплектованное	<i>Оснащение техническими средствами:</i> от простейших до высокого уровня

Для предотвращения попытки скрытного несанкционированного проникновения на объект предназначены всевозможные электронные системы обнаружения и наблюдения: датчики, сенсоры, телекамеры (оптические, тепловые и пр.), досмотровые средства, системы контроля и управления доступом и многие другие [3, 5, 6].

Иное дело – явные силовые способы проникновения путем атаки. Вероятность их предотвращения можно повысить за счет применения физических барьеров, увеличивающих время проникновения на объект: решеток, замков, задвижек на окнах и дверях, специальным образом укрепленных дверей, стен, полов, потолков и других строительных конструкций, то есть средств инженерно-технической укрепленности на пути возможного движения нарушителя [7-9]. В некоторых случаях, защита от мгновенного силового проникновения на территорию объекта дает возможность привлечь любые необходимые средства для противодействия нарушителям и, тем самым, предотвратить проникновение [1, 8].

Таким образом, об эффективности любого средства физической защиты можно судить по его способности выполнять комплекс функций:

- 1) предостережение – демонстрация высокой степени защищенности объекта, с целью вынудить нарушителя отказаться от задуманного;
- 2) дезинформация – маскировка истинных пределов технических возможностей и ослабленных зон средств охраны;
- 3) непосредственно защитная функция – предотвращение (минимизация) негативных последствий от действий нарушителя.

Для установления уровней защищенности объектов и выбора технических средств защиты необходимо, согласно проекту федерального закона [10], учитывать следующие исходные данные:

- назначение и область деятельности объекта;
- функционально-отраслевая принадлежность;
- предполагаемые виды и уровень противоправных действий; создание модели возможных нарушителей;
- характер недопустимых угроз и возможные последствия при их осуществлении;
- анализ уязвимости объекта (совокупность действий, направленных на определение угроз и способов их осуществления, установление зон защиты и возможности снижения создаваемой опасности, разработка моделей предполагаемых нарушителей);
- режим работы объекта (дневное время, круглосуточная работа), требования по ограничению доступа на объект;
- подготовленность состава служб охраны или безопасности и наличие связи с правоохранительными органами, их участие в ликвидации возможных противоправных действий.

Этот перечень исходных данных можно разделить на две группы: факторы, относящиеся к специфике конкретного объекта, и общие сведения о тактических приемах нарушителей, наиболее вероятных при атаках на объекты любого типа.

Несмотря на различия в условиях функционирования всевозможных режимных объектов, основываясь на обзоре известных инцидентов, связанных с атаками и проникновением на территорию, можно дать рекомендации по оснащению таких объектов наиболее универсальным и эффективным набором средств физической защиты. Такой анализ позволит сделать выводы о преимуществах и недостатках существующих инженерно-технических средств охраны и высказать рекомендации по разработке перспективных.

Неспокойная криминогенная и террористическая обстановка в некоторых регионах мира является неиссякаемым источником печальной статистики инцидентов, сопровождающихся зачастую, к сожалению, человеческими жертвами.

5 июня 2016 года группой людей, которые предположительно являлись радикальными исламистами, был совершён теракт в городе Актобе (Республика Казахстан). Первым этапом террористического акта был захват оружия в двух оружейных магазинах, после чего преступники, захватив маршрутный автобус и высадив из него всех пассажиров и кондуктора, принудили водителя направить машину к войсковой части № 6655 Национальной гвардии Казахстана. Неустановленное количество нападавших (10-15 вооруженных дробовиками людей), используя захваченный ими пассажирский автобус марки MAN, направили машину на ворота КПП, которые были сбиты автобусом, после чего машина остановилась. После этого они обстреляли невооружённый наряд, дежуривший на КПП, проникли на территорию войсковой части и направились к дежурной части, находившейся в здании штаба. Попытка проникнуть в здание штаба, где находились оружейные комнаты, не увенчалась успехом, и, после непродолжительной ожесточенной перестрелки с военнослужащими, нападавшие покинули территорию войсковой части. Впоследствии все террористы были схвачены или ликвидированы. Потери военнослужащих войсковой части № 6655 составили 3 человека убитыми и 6 человек ранеными [11].

Анализируя данный инцидент, можно сделать вывод, что контрольно-пропускной пункт войсковой части № 6655 не располагал эффективными инженерно-техническими средствами охраны, способными защитить объект от проникновения на его территорию за счет таранного воздействия транспортным средством, а персонал, дежуривший на КПП, – от поражения стрелковым оружием.

17 июля 2016 года в столице Армении (Ереване) группа вооруженных людей, имеющих отношение к политической оппозиции, протаранила грузовиком стальные ворота базы полка полиции и взяла под контроль здания полка. Во время захвата базы один полицейский погиб, ещё двое получили ранения, девять человек оказались в заложниках. Атака была названа армянскими правоохранителями террористическим актом. Политические требования, объявленные во время данных событий, спровоцировали продолжительные митинги и акции протеста, переросшие в беспорядки, в ходе которых не менее 60 человек получили ранения [12].

Очевидно, что проникновение на территорию базы силового ведомства и дальнейший ее захват был бы невозможен, если бы в составе комплекса инженерно-технических средств охраны присутствовали надежные противотаранные устройства [13, 14].

30 августа 2016 года на территории посольства Китая в столице Киргизии Бишкеке произошел взрыв автомобиля, начиненного взрывчаткой. Террорист-смертник, управлявший микроавтобусом Mitsubishi Delica, протаранил ворота, въехал на территорию дипмиссии на расстояние 40-50 метров и произвел самоподрыв напротив резиденции посла. По счастливому стечению обстоятельств серьезных человеческих жертв удалось избежать: помимо погибшего террориста, от взрыва пострадали только 3 человека, получившие легкие ранения. Однако имуществу посольства был причинен серьезный ущерб [15].

Судя по имеющимся в открытом доступе фото- и видеоматериалам с места инцидента, видно, что посольство было оборудовано достаточно мощными воротами и даже специализированным противотаранным устройством с подъемной платформой. Тем удивительнее тот факт, что сравнительно легкий микроавтобус смог, по сути, беспрепятственно проехать на охраняемую территорию, что позволило террористу осуществить задуманное.

Таким образом, становится очевидно, что само по себе наличие специальных средств противодействия проникновению на режимный объект еще не дает стопроцентной гарантии защиты. В настоящее время решающим фактором обеспечения безопасности становится техническое совершенство применяемых средств. Разумеется, их эффективность существенно зависит от способности персонала квалифицированно использовать современные инженерные и технические устройства [16].

Череду примеров событий, в которых подвергаются атаке со стороны преступников режимные объекты, можно продолжать. В последнее время особенно велико число инцидентов с участием террористов-смертников. Такие события случаются едва ли не каждую неделю, особенно часто в Сирии, Ираке, с недавних пор – в Турции и других странах ближневосточного региона. Их анализ может дать богатый материал для обобщения статистики угроз и разработки технических средств их противодействию.

По результатам проведенного анализа можно сделать несколько обобщений:

1. Наиболее распространенным типом атаки является попытка проникновения на объект именно через контрольно-пропускной пункт, а не через защитное ограждение периметра.
2. Проникновение чаще всего достигается путем разрушения конструкций, препятствующих проходу или проезду на территорию объекта.
3. При атаке на объект обычно используется легкое стрелковое оружие и/или автомобиль (легковой или грузовой) как средство для тарана.
4. В последнее время участились случаи проведения террористического акта путем самоподрыва смертника с целью добиться максимального количества человеческих жертв и разрушений.

Основываясь на данном списке наиболее вероятных угроз, можно сделать вывод, что конструкции, предназначенные для обеспечения физической безопасности объекта, должны, в первую очередь, обладать пуленепробиваемостью, взрывозащитными и противотаранными свойствами.

Признание данных характеристик в качестве главных критериев безопасности объекта может явиться основанием для формирования технического задания от структур, ответственных за защиту режимных объектов. Производителям средств физической защиты также следует учесть данные выводы, поскольку разработка такой продукции в инициативном порядке послужит шагом к развитию науки и техники в области физической защиты, бронезащиты и повышению общей безопасности.

### **Список литературы**

1. Пивоваров А.Н. Транспортная безопасность объектов, средства укрепления объектов и инженерно-технические системы охраны. СПб., 2014. 262 с.
2. Михайлин А.И., Сильников М.В. Средства физической защиты АЭС // Вопросы оборонной техники. Сер. 16. Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 1-2. С. 3-5.
3. Лазоркин В.И., Михайлин А.И., Сильников М.В. Оптимизация мероприятий по обеспечению живучести объектов // Вопросы оборонной техники. Сер. 16. Технические средства противодействия терроризму. 2015. № 3-4. С. 3-10.
4. Вишняков С.М. Антитеррористическая и противокриминальная защита объектов. Часть 1 // Системы безопасности. 2008. № 3.
5. Сильников М.В. Инновационные технические средства и технологии обеспечения защиты и безопасности // Вопросы оборонной техники. Сер. 16. Технические средства противодействия терроризму. 2011. № 9-10. С. 3-5.
6. Сильников М.В., Лазоркин В.И., Михайлин А.И. Средства активной защиты подвижных объектов на новых физических принципах // Вопросы оборонной техники. Сер. 16. Технические средства противодействия терроризму. 2010. № 5-6. С. 9.
7. РД 78.36.006-2005 Выбор и применение технических средств охранной, тревожной сигнализации и средств инженерно-технической укреплённости для оборудования объектов.

Рекомендации. URL: <http://ockc.ru/wp-content/standart/78-36-006-2005.pdf> (дата обращения 22.05.2017).

8. Панчук И.К. Основы безопасности при физической защите объектов использования атомной энергии // Вопросы оборонной техники. Сер. 16. Технические средства противодействия терроризму. 2016. № 11-12. С. 159-163.

9. Панчук И.К. Дверные блоки специального назначения как составная часть системы обеспечения безопасности объектов использования атомной энергии // Вопросы оборонной техники. Сер. 16. Технические средства противодействия терроризму. 2015. № 11-12. С. 94-100.

10. Проект Федерального закона. Проект Технического регламента о технических средствах обеспечения противокриминальной защиты объектов и имущества. Внесен в 2008 г. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200057776> (дата обращения 22.05.2017).

11. Медиапортал «Караван», публикация от 06.06.2016. URL: <https://www.caravan.kz/news/khronologiyu-sobytij-5-iyunya-v-aktobe-vosstanovili-v-mvd-rk-377249/> (дата обращения 22.05.2017).

12. Международное информационное агентство «Kazinform», публикация от 20.07.2016. URL: [http://www.inform.kz/ru/zahvat-zalozhnikov-v-erevane-hronologiya-prichiny-novye-podrobnosti\\_a2927128/](http://www.inform.kz/ru/zahvat-zalozhnikov-v-erevane-hronologiya-prichiny-novye-podrobnosti_a2927128/) (дата обращения 22.05.2017).

13. Кныш В.П., Синева А.Р., Гарькушев А.Ю. Мобильные системы принудительной остановки автотранспорта // Вопросы оборонной техники. Сер. 16. Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 9-10. С. 135-140.

14. Сильников М.В., Лазоркин В.И., Михайлин А.И. Противотаранное пропускное устройство, основанное на использовании энергии таранящего объекта // Вопросы оборонной техники. Сер. 16. Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 1-2. С. 51-57.

15. Федеральный телеканал «ТВ Центр», видеосюжет от 30.08.2016. URL: <http://www.tvc.ru/news/show/id/99556/> (дата обращения 22.05.2017).

16. Чернышов М.В., Сильников М.В., Узун Л.С., Шишкин В.Н. Инновационные технические средства взрывоподавления и взрывозащиты для работы в условиях чрезвычайной ситуации // Технологии обеспечения комплексной безопасности, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций – проблемы, перспективы, инновации. XVI международная научно-практическая конференция. Материалы конференции. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011. С. 149-154.

## **Энергоснабжение, водоснабжение и теплоснабжение объектов военного назначения**

УДК 355.7:621.316.97

*Тишков А. А., Колесник И.В.*

*Tishkov A. A., Kolesnik I.V.*

**Модель развития локальных дефектов электрической изоляции в  
распределительной сети системы электроснабжения с изолированной  
нейтралью**

## Model of the Development of Local Electrical Isolation Faults in Cable Network of Power Supply with Isolated Neutral

### **Аннотация:**

*В статье рассмотрен метод моделирования процессов возникновения локальных дефектов, протекающих в системе электроснабжения с изолированной нейтралью. Визуальное их представление на осциллограмме токов и напряжений нулевой последовательности сети, быстрый расчет, также рассматриваются в статье. На основе этих данных представляется возможным предвидеть и устранить предпосылки к аварии на электросетях до ее совершения.*

### **Abstract:**

*This article considers the method of modeling processes of local defects occurrence occurring in the power system with isolated neutral. A visual representation of the current waveform and the voltage of zero-sequence network as well as a quick calculation are presented in this article. Based on these data it is possible to anticipate and eliminate the failure in the power networks before it happens.*

**Ключевые слова:** специальное фортификационное сооружение, специальный объект, система электроснабжения, система автономного электроснабжения, однофазное замыкание на землю, распределительное устройство, трансформатор тока, трансформатор напряжения, трансформатор тока нулевой последовательности, информационно-измерительная система

**Keywords:** special fortification, special object, power supply system, autonomous power supply system, single-phase ground fault, switchgear, current transformer, voltage transformer, residual current transformer, Information-measuring system

В настоящее время в качестве устройств, определяющих возникновение однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) в распределительных сетях с изолированной нейтралью, широкое распространение получили устройства сигнализации и релейной защиты, фиксирующие аварийные режимы по наличию тока и напряжения нулевой последовательности определенной величины. При реализации таких защит возникает сложность отделения полезного сигнала от фоновое, что обусловлено близостью величины погрешности измерительных трансформаторов тока и величины токов через сопротивление изоляции, протекающих под действием рабочего напряжения. Структура системы электроснабжения (СЭС) позволяет систему контроля состояния изоляции выполнить централизованно. Анализ работы и оценка эффективности предлагаемых принципов диагностирования, расчеты необходимых параметров срабатывания и проверка правильности преобразования информации могут быть выполнены в реальных промышленных или лабораторных условиях и на математических моделях. Главной целью настоящего исследования является аналитическое определение возможности построения централизованной системы пофидерного контроля состояния изоляции в СЭС с изолированной нейтралью.

Современные программные средства для моделирования режимов электрических цепей, позволяют всецело представить электрическую сеть и изменять режимы ее работы, иметь при этом возможность в режиме реального времени фиксировать изменения электрических величин.

Процесс создания модели электрической сети в программной среде включает следующие этапы:

- составляется структурная схема исследуемой сети. Для этого определяется число, мощности потребителей и места их присоединения к сети, длина линий электропередачи, сечения проводов в линиях, напряжение системы электроснабжения, параметры нейтрали.
- составляется схема замещения моделируемой системы.

- схема замещения переносится в программную среду моделирования, либо рассчитывается с помощью известных математических методов.

Модель энергосистемы в программной среде используется для исследования значений электрических величин в рабочих аварийных и предаварийных режимах. В ней можно наглядно представить переходные процессы в системе, изменения значений напряжений и токов при изменении емкостей и индуктивностей системы, параметров нейтрали, изоляции и т.д.

В составе системы электроснабжения учитываются питающие элементы (трансформаторы, генераторы и т.п.), сборные шины, присоединённые нагрузки (электродвигатели, распределительные пункты и т.п.), линии электропередачи (кабельные или воздушные линии). Проведя анализа схемных решений, была определена структура типовой схемы СЭС до 1 кВ, которая использовалась при составлении схемы замещения.

Основные допущения, которые приняты при составлении данной схемы:

- система электродвижущих сил (ЭДС) питающего источника симметричная;
- продольные сопротивления кабельных и воздушных линий, а также двигателей и трансформаторов, во всех фазах присоединения одинаковы;
- активные и емкостные поперечные сопротивления обмоток электродвигателей и трансформаторов учитываются сосредоточенными на вводах этих обмоток;
- воздушные и кабельные линии в схеме замещения представлены с сосредоточенными параметрами;
- возникновение дефектов изоляции моделируется путем изменения величины активного поперечного сопротивления присоединения.

На рис. 1 представлена схема замещения СЭС, которая позволяет моделировать рабочие режимы с дефектами изоляции в любой фазе присоединения.

С целью наглядного представления результатов и анализа работы сети удобнее использовать современные программные средства для моделирования режимов электрических цепей. В данной статье рассматривается компьютерная программа MicroCAP. Возможности программы позволяют:

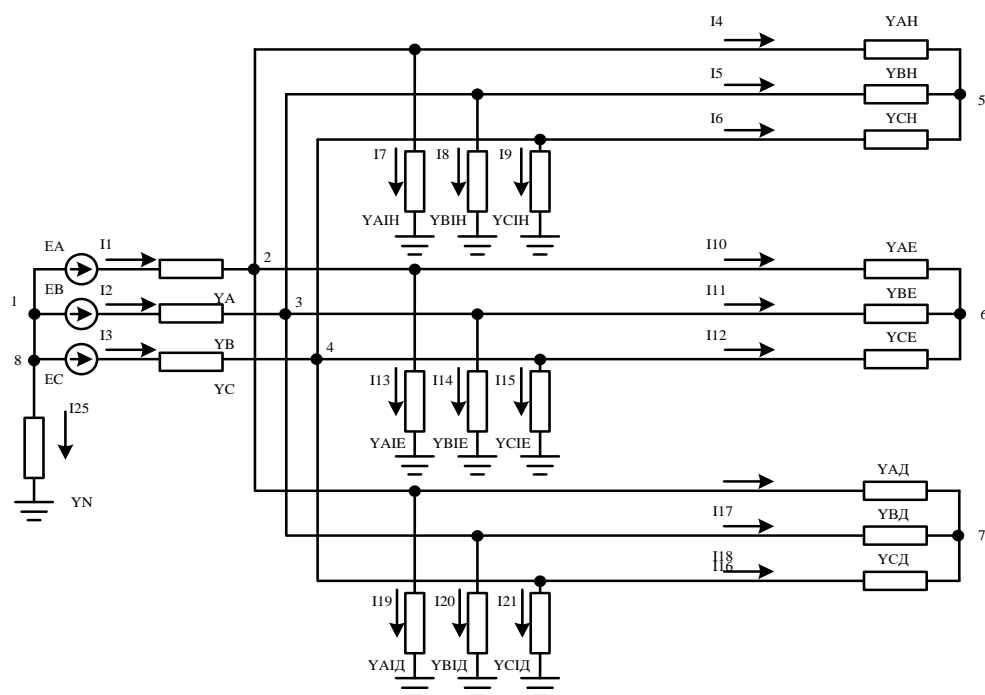


Рис. 1 Схема замещения СЭС с изолированной нейтралью.



- проводить анализ непосредственно регистрируемых приборами сигнализации ОЗЗ параметров, то есть токов утечки отходящих фидеров;
- моделировать различные варианты возникновения токов утечки и несимметричные фазные нагрузки;
- исследовать возможность селективного обнаружения повреждений изоляции на фоне случайных токов утечки, имеющих в сети в нормальном режиме работы.

Схема модели (рис. 1) перенесена в программную среду MicroCAP и приведена на рис. 2.

В указанной схеме источники трехфазного напряжения – V1, V2, V3 принимаются идеальными, так как реальные параметры вторичных обмоток силовых трансформаторов имеют

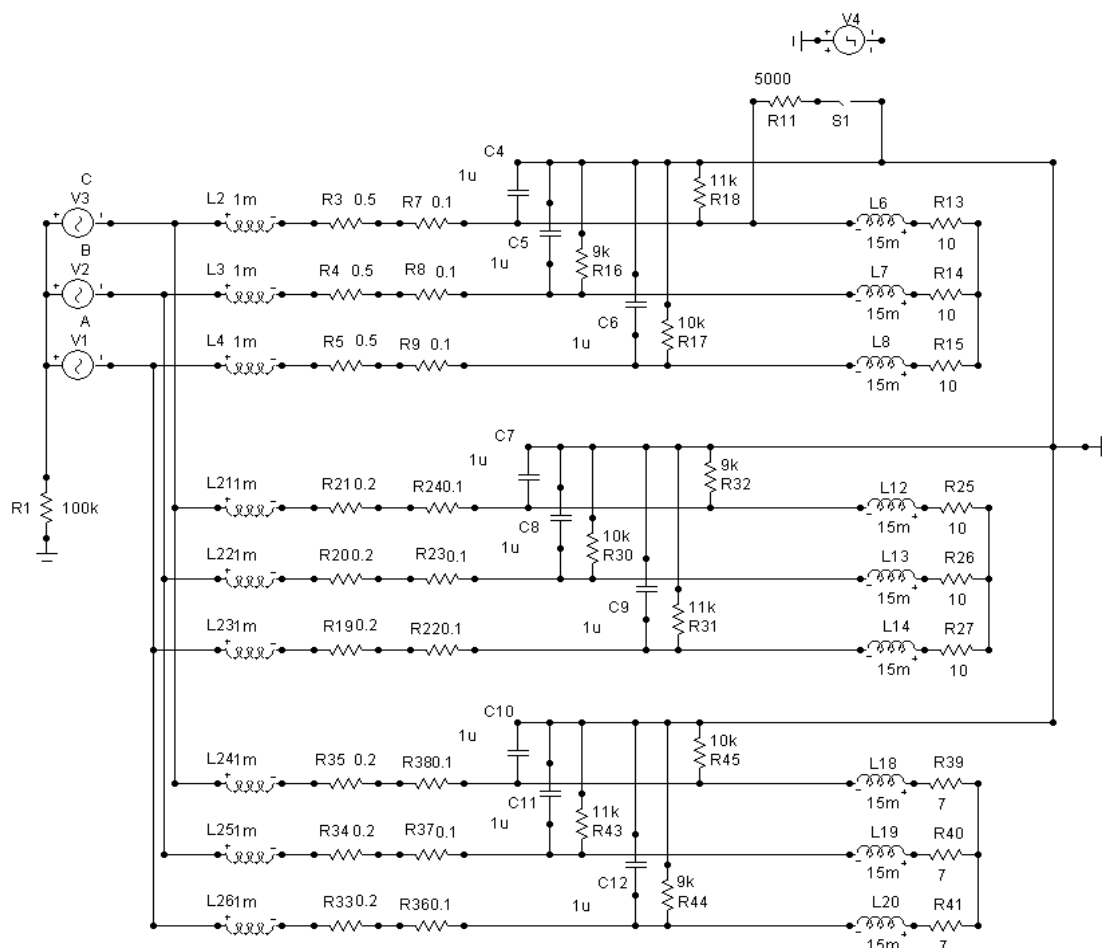


Рис. 2 Схема замещения сети с изолированной нейтралью для моделирования в программной среде MicroCAP-8

много меньше полные сопротивления, по сравнению с сопротивлениями в исследуемых цепях.

Сопротивления фазных проводов, нагрузка моделируются элементами, содержащими индуктивности и активные сопротивления. Указанные параметры не имеют влияния на работу системы контроля состояния изоляции, так как при симметричной нагрузке не создаются дифференциальные токи, протекающие в земле.

Сопротивление изоляции каждой фазы относительно земли моделируется активным сопротивлению и емкостью.

Повреждение изоляции с замыканием на землю моделируется в присоединении №1 резистором R11, который через ключ S1, посредством импульсного генератора V4 в определённый момент замыкается на землю.

Датчики токов нулевой последовательности моделируются измерительными шунтами и при моделировании измеряют векторную сумму токов в трех фазах:

На первом этапе моделирования рассматривались характерные режимы сети с изолированной нейтралью без повреждений изоляции. При этом сопротивление  $R_{11}$  (рис. 2), моделирующее повреждение в присоединении №1, не замыкается на землю.

На рис. 3 отображены следующие осциллограммы в виде функций от времени: фазные напряжения, векторная сумма фазных напряжений – напряжение нулевой последовательности,

векторные суммы токов в трех фазах, каждого присоединения, протекающих через измерительные шунты, моделирующих датчики-преобразователи системы контроля состояния изоляции – токи

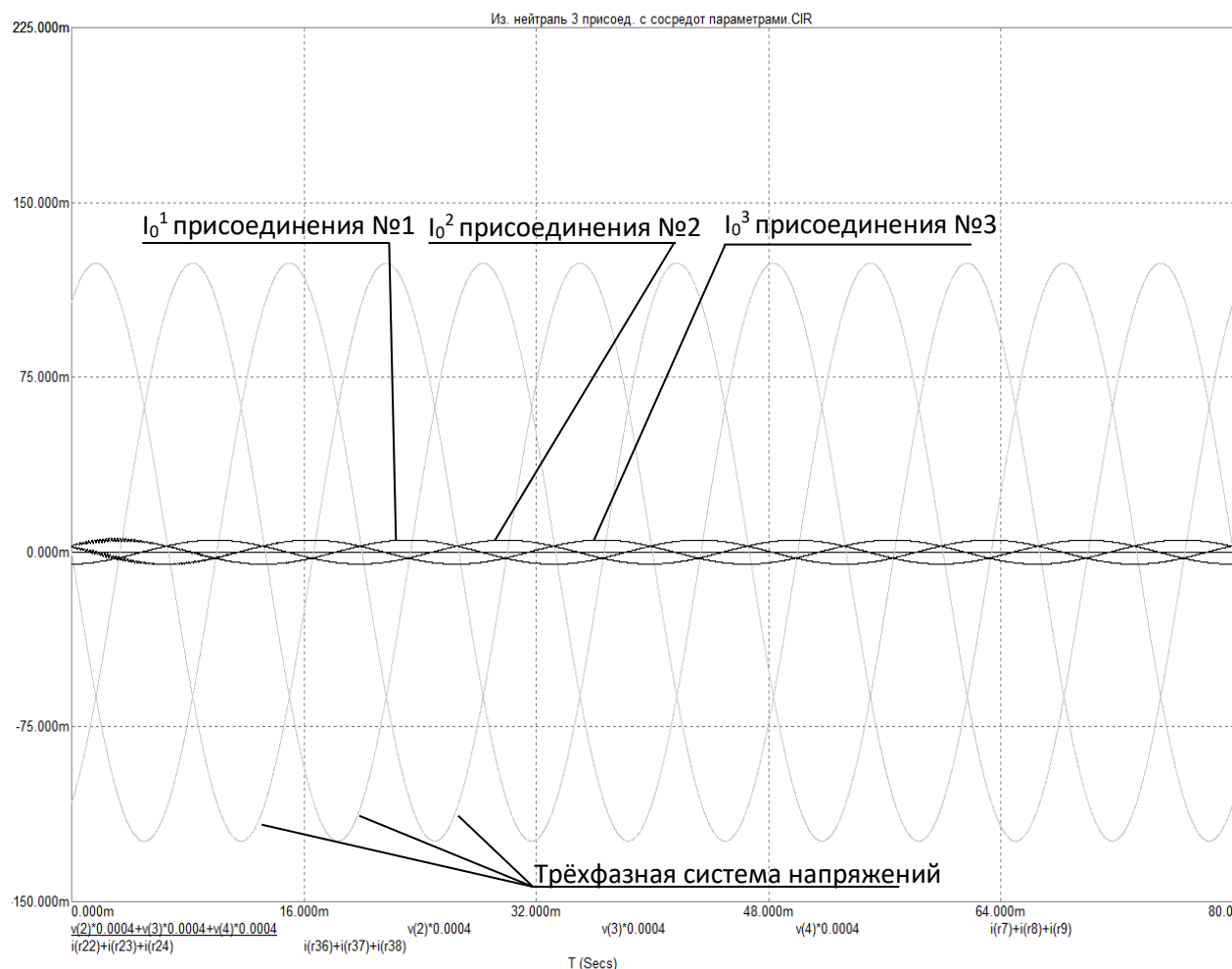


Рис. 3 Осциллограмма токов и напряжений нулевой последовательности сети с изолированной нейтралью в нормальном режиме функционирования.

нулевой последовательности каждого присоединения.

На представленных графиках четко видна трёхфазная система напряжений, задаваемая источниками  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  и как следствие практически нулевые значения напряжения нулевой последовательности. Наличие исходных незначительных токов нулевой последовательности (токов утечки через изоляцию) обусловлено заданными несимметричными значениями сопротивления фазной изоляции по отношению к земле с целью наглядного представления графиках.

Моделирование ухудшения изоляции на примере фазы "С" присоединения №1 производится посредством включения сопротивления  $R_{11}$  равным  $5\text{кОм}$ , что будет моделировать увеличение тока утечки через изоляцию на землю. При этом осциллограммы будут иметь вид такой, как представлен на рис. 3.

При возникновении ОЗЗ на линии в сети с изолированной нейтралью фазные соотношения между напряжением нулевой последовательности  $U_0$  и током нулевой последовательности  $I_0$  в начале этой линии определяются соотношением:

$$\dot{U}_0 = 0 - \dot{I}_0(-j/\omega C_0) = j\dot{I}_0/\omega C_0 \quad (1)$$

или

$$\dot{I}_0 = -j\omega C_0 \dot{U}_0 \quad (2)$$

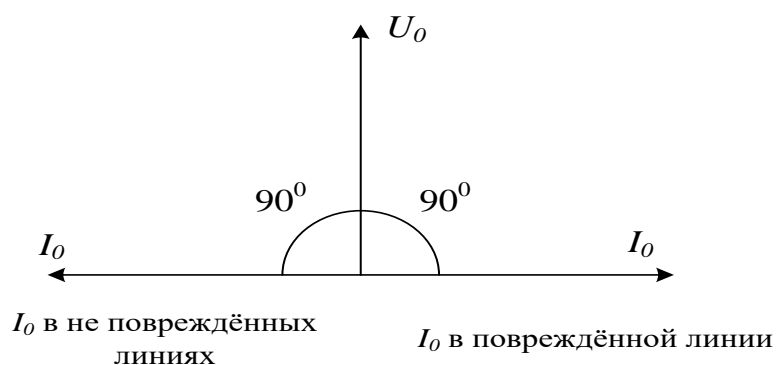


Рис. 4 Векторная диаграмма напряжений  $U_0$  и токов  $I_0$  в сети с изолированной нейтралью при возникновении ОЗЗ

Таким образом, в повреждённой линии  $I_0$  отстаёт от  $U_0$  на  $90^0$  (рис. 4), а соответственно в неповреждённых линиях  $I_0$  будут опережать  $U_0$  на  $90^0$ . Такой характер расположения векторов будет сохраняться и при замыкании одной фазы на землю через переходное сопротивление.

На рис. 5 имеется возможность четкого определения поврежденного фидера по анализу фазовых соотношений напряжения нулевой последовательности  $U_0$  и токов нулевой последовательности, протекающих в каждом присоединении  $I_0^1, I_0^2, I_0^3$ . Так при ухудшении сопротивления изоляции фазы "С" первого присоединения до 5 кОм появляются: напряжение  $U_0$ , которое на графике (рис. 5) представлено соответствующей синусоидой, и три тока  $I_0^1, I_0^2, I_0^3$ , соответствующих обозначений в присоединении №1, №2 и №3. При этом из графиков видно, что напряжение  $U_0$  опережает ток  $I_0^1$  первого присоединения и отстаёт от токов  $I_0^2, I_0^3$  второго и третьего присоединения. При этом ток  $I_0^1$  имеет наибольшее значение по сравнению с токами  $I_0^2, I_0^3$  и направлен им противоположно. Таким образом, по характерным признакам можно сделать вывод, что повреждение изоляции произошло в первом присоединении.

В случаях повреждения изоляции одной фазы какого-либо присоединения и одинаковых значениях поперечных сопротивлений остальных фаз определение присоединения с повреждённой фазовой изоляцией не составляет затруднений (рис. 5). В реальных условиях, как правило, сопротивление изоляции фаз относительно земли отходящих линий имеет различные значения, которые в процессе эксплуатации могут изменять свои значения. Это подразумевает, что даже в случае отсутствия ОЗЗ в сети всегда имеется напряжение нулевой последовательности, а в каждом присоединении протекают свои токи нулевой последовательности. С точки зрения устройства контроля состояния изоляции, возможность определение присоединения с наихудшей изоляцией в таких условиях является основной задачей. Смоделировать такой режим функционирования СЭС возможно, дополнив описанный выше случай с повреждением фазы "С" присоединения №1, возникновением повреждения другой фазы в любом из оставшихся присоединений.

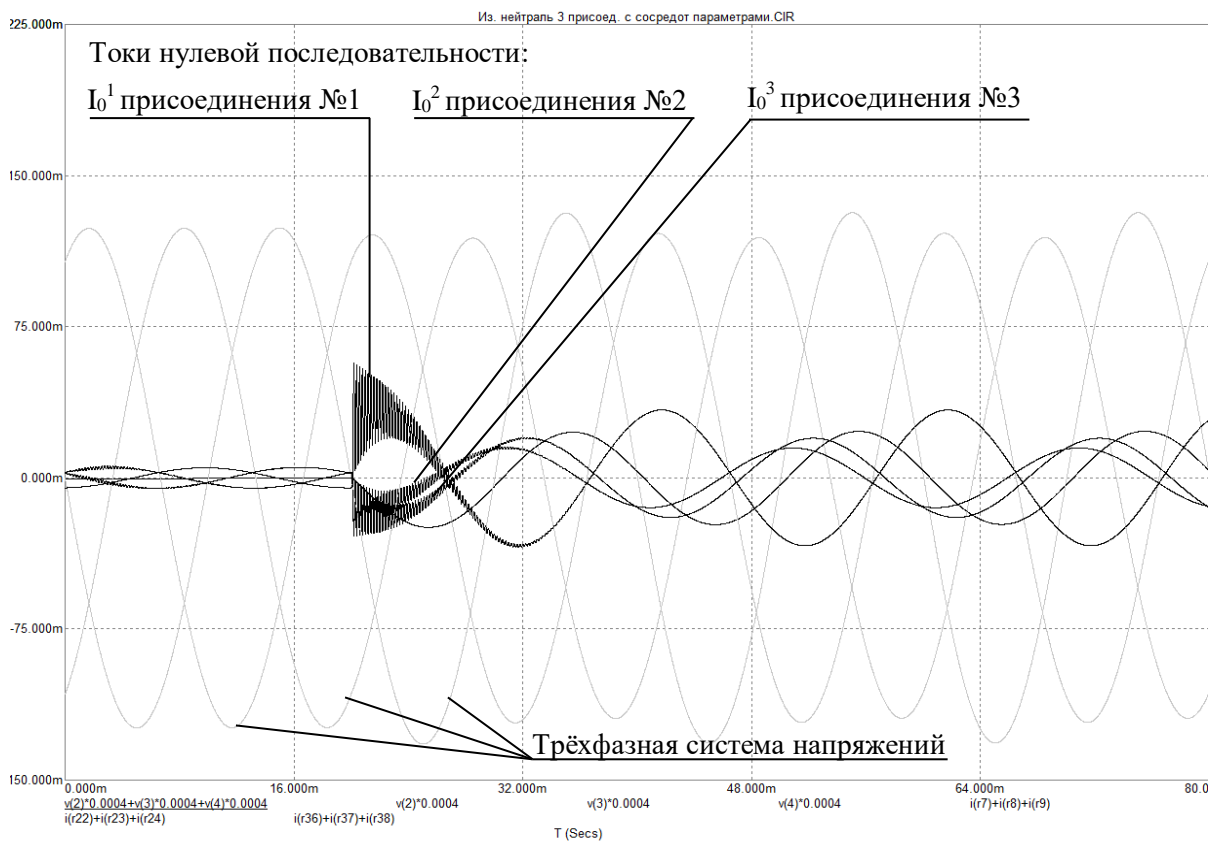


Рис. 5 Осциллограмма токов и напряжений нулевой последовательности сети с изолированной нейтралью при ухудшении изоляции фазы "С" до 5кОм.

Порядок моделирования ухудшения изоляции осуществляется в два этапа. На первом этапе аналогично примеру с повреждением фазы "С" присоединения №1 производится её замыкания на землю через сопротивление равное 5кОм, соответственно первая часть осциллограмм токов и напряжений нулевой последовательности соответствующая интервалу времени от 0 до 50 мс (рис. 6) будет аналогична представленным на рисунке 5. На данном этапе, как отмечалось выше, явно определяется, что повреждение изоляции произошло в первом присоединении. На втором этапе одновременно с имеющимся повреждением фазы "С" присоединения №1 моделируется возникновение повреждение изоляции фазы "В" присоединения №2 путем её замыкания на землю через сопротивление равное 2000 Ом. На рисунке 6 видно, что произошло изменение амплитуд токов и напряжений нулевой последовательности, а также изменились углы сдвига между ними, этому этапу соответствует интервал времени от 51 до 80 мс. Из графиков видно, что напряжение  $U_0$  опережает ток  $I_0^2$  второго присоединения и отстаёт от токов  $I_0^1$ ,  $I_0^3$  первого и третьего присоединения. При этом ток  $I_0^2$  имеет наибольшее амплитудное значение по сравнению с токами  $I_0^1$ ,  $I_0^3$  и направлен им практически противоположно. Таким образом, по характерным признакам можно сделать вывод, что наибольшее снижение сопротивления изоляции произошло в присоединении №2.

Аналогичные результаты были получены при моделировании повреждения изоляции в различных фазах на разных присоединениях.

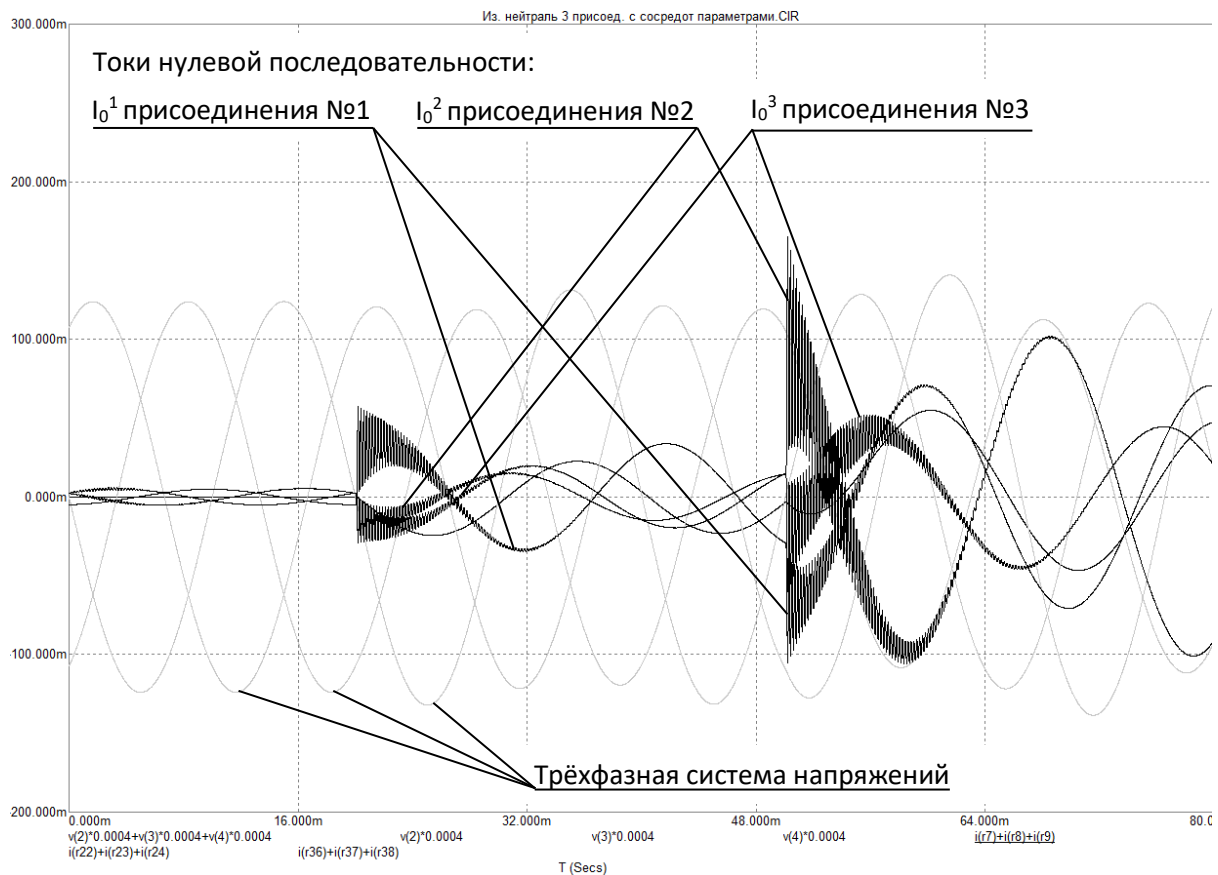


Рис. 6. Осциллограмма токов и напряжений нулевой последовательности сети с изолированной нейтралью при ухудшении изоляции фазы "С" присоединения №1 до 5 кОм и фазы "В" присоединения №2 до 2 кОм.

На основании анализа результатов компьютерного моделирования, представляется возможным сделать заключение о принципиальной возможности определения факта возникновения развивающегося дефекта изоляции, а также отходящего присоединения от распределительного щита, в котором этот дефект возник.

На основании анализа результатов компьютерного моделирования, представляется возможным сделать заключение о принципиальной возможности определения факта возникновения развивающегося дефекта изоляции, а также отходящего присоединения от распределительного щита, в котором этот дефект возник.

Анализ результатов моделирования процессов возникновения локальных дефектов, протекающих в системе электроснабжения с изолированной нейтралью, выполненный при помощи программной среды MicroCAP-8, показал, что при возникновении повреждения изоляции в каком либо присоединении происходит изменение угла сдвига фаз между напряжением нулевой последовательности и токами нулевой последовательности во всех контролируемых присоединений. При этом чётко прослеживается следующая закономерность: напряжение  $U_0$  опережает ток  $I_0$  присоединения с повреждённой изоляцией и отстаёт от  $I_0$  -в присоединений с неповреждённой изоляцией.

Использование устройства, позволяющего фиксировать изменение угла между  $U_0$  и  $I_0$  в каждом присоединении, дает возможность заблаговременно определять присоединение с повреждением, до возникновения "металлического" ОЗЗ.

### Список литературы:

1. Тишков А.А., Павленок А.М. Разработка системы контроля состояния изоляции в системах электроснабжения с изолированной нейтралью. // Сборник научных проблем ВИ(ИТ). СПб.: Изд-во Политехн. ун-та., 2013.

2. Тишков А.А., Парахин Ю.Н. Пофидерный контроль состояния изоляции в системах электроснабжения напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью. // Электрические аппараты и электротехнические комплексы и системы: сборник материалов Международной научно-практической конференции. Ульяновск: УлГТУ, 2012.

## Военная педагогика

УДК 355.232.6:378.09:378.147

*Алпеева Л.С.*  
*Alpeeva L.S.*

### **Архитектура современного электронного учебника и возможности использования SMART-технологий**

### **Modern electronic textbook architecture and possibilities of SMART-technologies usage**

*Аннотация:* В статье рассматриваются типы электронных учебников, взаимосвязь современного типа молодежного мышления с возможностями SMART-образования и авторский опыт создания электронного учебника на основе креативной среды «Русский язык. Базовый уровень».

*Abstract:* The article deals with different types of electronic textbooks, interaction of modern young people type of thinking with the possibilities of SMART-education. It also touches upon the author's experience of creating electronic e-book «The Russian language. Basic Level» based on the «creative environment».

*Ключевые слова:* инновационное образование, интерактивные методы, SMART-образование, клиповое мышление, приложение Meitu.

*Keywords:* innovative education, interactive methods, mosaic thinking, Meitu application.

Несмотря на относительную открытость и определённую консервативность военного образовательного пространства, техногенность и технологичность, как общие характеристики образовательного пространства [1], требуют от современного военного вуза внедрения инновационных интерактивных технологий обучения. Обсуждаемые ранее в теоретических работах педагогические методы пассивного, активного обучения (или по другой терминологии В.А. Гузеева: экстраактивные, интраактивные, интерактивные методы [2], на наш взгляд, окончательно уступили место интерактивным методам обучения. Такие изменения диктуют структура и содержание

субъектно-субъектного образования, изменение типа мышления современного обучающегося, в том числе курсанта военного вуза, технологические прорывы в науке в целом и в педагогике в частности, а также зарождение и укрепление нового типа общества – SMART-общества. Такое общество активно использует различные «умные» (от англ. smart – «умный», «интеллектуальный») технологии, различные гаджеты, мобильные приложения, электронные ресурсы. Кроме того, данное слово является также акронимом, который расшифровывается по первым буквам английских слов: Specific (конкретность) – Measurable (измеримость) – Attainable (достижимость) – Relevant (релевантность) – Time-bounded (определенность во времени). Появилось новое направление в философии – коннективизм, формулируются принципы построения нового SMART-общества, а значит и образование должно отвечать на потребность изменения в обществе.

Таким образом, современные интерактивные методы формируют личность выпускника, который может показать свои компетенции в действии и взаимодействии, сформированные навыки овладения новыми технологиями и умения совершенствовать свою профессиональную компетенцию. В.П. Тихомиров считает: «Старая система образования ни по каким параметрам не подготавливает людей для работы и жизни в SMART-обществе. Без SMART-технологий инновационная деятельность невозможна. Если система образования отстает от этих направлений развития, то она переходит в тормоз». [3] Все это требуется как современному работодателю, так и кадровым органам силовых структур: мобильность, быстрое обучение, владение несколькими базовыми компетенциями, в том числе и коммуникативной компетенцией, вне зависимости от специальности. Наконец, наиболее востребованными профессионалами являются те, кто способен на инновацию, умение мыслить быстро, красиво, нестандартно.

Но это не только касается развития информационно-коммуникационных технологий, вместе с «машинами» меняется и человек. Все больше современных ученых говорит о том, что сформировался новый тип мышления – «клиповое или лайковое» мышление [4]. Некоторые журналисты говорят о том, что клиповое мышление – «чума 21 века» [5], однако, на наш взгляд, это совершенно неправильная точка зрения, если опираться на проведенные современными учеными исследования в области нейрофизиологии, психологии, педагогики [6,7]. Большинство исследователей утверждает, что человеческий мозг чрезвычайно пластичен, способен быстро адаптироваться к выполнению новых задач, восстанавливать нейронные связи, утраченные вследствие каких-либо механических или органических поражений, даже способен эволюционировать, т.е. развиваться в более сложную структуру под воздействием, например, нейронных сетей, встроенных инвазивными или неинвазивными методами [8]. Одним словом, все эти ученые экспериментально доказывают, что человеческое мышление пластично, изменчиво, адаптивно, заместительно и т.п. [9,10]. Важно и то, что сейчас функциональные и операционные изменения человеческого мозга с развитием технологий происходят с раннего детского возраста. Именно поэтому ребенок-Маугли и современных технопользующийся ребенок будут развивать совершенно разные навыки освоения окружающего мира. Пятый технологический уклад, ядром которого являлись информационные технологии, изменил структуру человеческого общества, и как следствие произошло изменение в формировании образовательного пространства, а также действующих в нем агентов [11,12,13]. Необходимо рассматривать феномен клипового мышления как уже существующую данность, которая должна быть использована во благо педагогического процесса: нужно приспособить процесс обучения к современным реалиям, заставить служить особенности нового «клипового мышления» вечному процессу обучения.

Создание обучающих электронных ресурсов произошло одновременно с распространением компьютеров, однако появление сети Интернет в корне поменяло подходы к структурированию содержания образовательного электронного ресурса. Собственно, разветвленная в настоящее время

сеть Интернет, как источник информации, может быть рассмотрена в виде гигантского электронного учебника, который может предложить обучающую среду различной степени сложности. Специалисты-практики уже говорят, что современный человек с детства формирует индивидуальное информационное пространство, которое представляет собой динамический набор электронных ресурсов интернета (новостные, программные, социальные сети), – это и есть отражение порожденного Интернетом «клипового»/«лайкового» мышления, при котором огромный массив информации распадается на части, сегментируется, меняется в режиме реального времени. При этом вырабатываются навыки поиска, привычка к восприятию не линейной, а интертекстуальной информации, с упором на насыщенное смыслом и аллюзиями визуальное содержание, приобретаются высокая скорость переработки информации, быстрая ее оценка с точки зрения необходимости и бессознательное формирование навигационной информационной карты собственного индивидуального информационного пространства. В связи с ранним приобретением, а затем и автоматизацией этих навыков, необходимо выстраивать инструментарий, процесс обучения, в самом широком смысле – деятельность в целях получения новых знаний с тем, чтобы предоставить обучающемуся возможность широкого использования бессознательно приобретенных навыков освоения информации. Бессознательно усвоенные навыки получения, переработки, освоения информации, очевидно, позволяют ускорить процесс обучения, если вводимая на занятиях информация правильно структурирована, подана в контексте и прагматически обоснована. Следуя этой логике, современный электронный учебник должен по структуре и содержанию напоминать структуру и содержание образовательных порталов, платформ, сайтов, успешно применяемых в дистанционном обучении, например, английскому языку.

Еще одной особенностью современного типа мышления является сериальность. Об этом также много говорится в публицистической среде, настоящих научных исследований этого феномена, насколько нам известно, нет. Киноведы сейчас пишут о том, что сейчас наиболее талантливые актеры, сценаристы, режиссеры «перешли» на работу над сериалами, которые уже не воспринимаются как низкопробное дешевое «мыло» для домохозяек. Современные сериалы канала «Netflix», «Fox» и других телевизионных каналов созданы на высоком режиссерском и актерском уровне, сериалы популярны у разных возрастных групп, в том числе очень популярны в молодежной среде. Мы предполагаем, что эту характеристику мышления можно было бы использовать при создании креативной среды электронного обучающего ресурса: учебного пособия, учебника.

Выше мы уже писали о том, что военная образовательная среда является относительно открытой, консервативной и т.п., но, как пишет А.А. Лаптев: «Информационное общество предъявляет жесткие требования к организациям различного профиля и отраслей, заставляя адаптироваться к предлагаемым условиям» [14]. Инновационные информационно-коммуникационные технологии могут быть с некоторыми оговорками реализованы в военном образовательном пространстве, в том числе и с использованием локальных сетей.

В настоящее время в военном вузе успешно применяется множество инструментов и методик, связанных с цифровыми технологиями. Прежде всего, создана электронная библиотека Министерства обороны, в которой размещаются электронные учебники и учебные пособия. Кроме того, в военном вузе используются различные электронные тренажеры (например, электронный тир), симуляторы (кабины самолета, машины), тренировочные компьютерные тесты для тренинга логики, внимания, концентрации и мелкой моторики, скорости реакции, при этом, есть программы, которые тренируют способность к многофункциональности, стрессоустойчивости. Для развития тактического и стратегического мышления используются игры, квесты с заложенными заданиями, от выполнения которых зависит разветвленная сюжетная линия. Вышеперечисленные программы, тесты, тренажеры, симуляторы и т.п. – централизованные и стандартизированные разработки по заказу



Министерства обороны, а учебники создают по своим специальностям коллективы профильных вузов.

Задача по созданию электронных учебников по всем специальностям и дисциплинам в сфере военного образования была поставлена в 2015 г. Министром обороны Российской Федерации с одновременным утверждением «Единого стандарта электронного учебника». Некоторые проблемы как теоретического, так и практического характера уже на начальном этапе реализации данной задачи были обозначены в статье Ю.И. Малашенко «подходы к созданию электронных библиотек в интересах подготовки специалистов войск связи». В своей статье автор справедливо указывает, что необходимо решение о единой программе для создания электронного учебника, чтобы предотвратить конфликт программного обеспечения при использовании учебника в другом вузе, также важно «Подготовить набор типовых шаблонов оформления электронных учебников, разработанных профессиональными дизайнерами и учитывающих требования по эргономике. Это позволит преподавательскому составу сократить время разработки электронных учебников и сосредоточить усилия на формировании обучающего контента, а не тратить время на создание пользовательских интерфейсов и оформление электронных изданий» [15].

Научный подход к разработке шаблонов и дизайна учебников требует обращаться к опыту работы над образовательными ресурсами в интернете и научным исследованиям. Так, например, существуют общие рекомендации по созданию презентаций, т.е. электронного продукта, который воспринимается визуально, например, рекомендуется не использовать слишком много разных цветов, а выбирать двух-трехцветные контрастные комбинации. Важно также создать динамику демонстрации учебного материала с помощью анимации или звукового сопровождения и т.п. в целях привлечения внимания, выделения важной информации, интерактивного взаимодействия и др.

Наконец, важно определить, какую архитектурную форму электронного учебника решено создать: энциклопедию, тест, задачник или же это будет креативная или авторская среда; с использованием невербальных элементов или без них. Каждая из этих форм электронных учебников преследует разные методические цели: энциклопедии – это многофайловые или многостраничные учебники, которые содержат, как правило, большой объем теоретической информации, задачники или сборники текстов направлены на формирование и автоматизацию практических навыков и умений, тесты применяются как инструмент контроля овладением необходимыми знаниями, умениями, навыками. На практике, как правило, авторы электронных учебников совмещают несколько архитектурных форм электронных учебников, в результате это можно назвать смешанной архитектурной формой электронного учебника или электронный учебник смешанного стиля. Такой учебник построен по типовому принципу общепринятого базового учебника по дисциплине, который включает в себя большой (иногда даже избыточный) объем учебного материала, вопросы и задания для различных форм контроля, приложения, часто ответы на задания. Принято считать, что учебник смешанной формы будет многофункционален и универсален, преподаватель при изучении дисциплины будет направлять обучающегося в соответствии с текущей рабочей учебной программой.

Однако с учетом формирования нового типа мышления, тяготеющего к SMART-образованию, необходимо творчески подходить к структуре электронного учебника, чтобы он не превращался в просто ненапечатанную копию учебников предыдущего поколения. Ведь механическое соединение по принципу ветвления не делает учебник интерактивным, автоматический переход со страницы на страницу не добавляет интереса к обучению, а выдача проверенного теста (даже с гиперссылкой на правило или правильный ответ) мало, чем отличается от традиционных педагогических взаимоотношений преподавателя-ученика: просто вместо ручки и лектора перед собой, обучающийся использует в процессе обучения компьютерную мышь. Чем отличается клик на

правильном ответе от «галочки» ручкой на распечатанном тесте? Или что нового несет гиперссылка на правило по сравнению с традиционным разбором ошибок в контрольной работе под руководством преподавателя? Такие образовательные ресурсы можно назвать «образовательными ресурсами первого поколения» или ОР 1.0 по аналогии с интернетом первого поколения. Сейчас уже более десяти лет мы используем Интернет 2.0 [16] и электронные образовательные ресурсы должны соответствовать ОР 2.0.

Современный электронный учебник, по нашему мнению, должен строиться по типу креативной или авторской среды. Под креативной средой понимается такая форма электронного учебника, которая позволяет изменять внутри среды существенные фреймы, надстраивать и усложнять данную среду, взаимодействуя с объектами среды и создавая на их основе собственный продукт. Это наиболее сложная часть электронного продукта, которая требует усилий как специалистов в области программирования, так и специалистов-предметников, требуется также глубокое понимание педагогических задач и методических приемов.

Авторская среда, как известно, предполагает возможность подстройки процесса обучения под индивидуальные и конкретные задачи текущей учебной программы. Однако, на наш взгляд, данное определение не совсем точно, т.к. кроме того, что такая среда дает возможность корректировки выстроенного материала, самое важное в ее характеристике то, что эта среда, которая последовательно реализует авторскую методику преподавания того или иного предмета. Для создания авторской среды необходима концепция обучения, четкая формулировка технологии, методики обучения, последовательная реализация авторской концепции в череде комбинаций приемов обучения. Если такая авторская среда хорошо продумана и создана, то после успешной апробации подобного типа электронного учебника, использование авторской среды в процессе преподавания не подлежит сомнению.

Итак, рассмотрев несколько архитектурных форм электронных учебников и основываясь на собственном опыте создания электронных пособий и электронного учебника, мы склонны считать, что наиболее успешной будет смешанная архитектурная форма на основе креативной и авторской среды. Авторская среда позволит преподавателю выстроить концепцию, методы, приемы, технологии, оперативно приспособить учебник к конкретной группе, отобрать темы, упражнения, задания на самостоятельную работу, а обучающему – использовать свои навыки поиска, отбора информации, при необходимости сформировать индивидуальный пакет выполненных заданий, например, заданий повышенной сложности. Креативная среда позволит применить навыки опытного пользователя компьютера, виртуальной среды. Такая креативная среда может использовать различные оболочки, программы, мобильные приложения, что согласуется с упомянутой выше концепцией SMART-образования.

Например, внутри креативной среды учебника «Русский язык. Базовый уровень» мы использовали ряд программных продуктов, которые являются бесплатными, популярными у молодежи, применимыми в мобильном обучении. Рассмотрим подробнее использование программы Meitu. На первом этапе работы с помощью данного мобильного приложения, с использованием различных фильтров обучаемые могли отредактировать свою собственную фотографию так, что получается анимированный персонаж, только похожий на свой источник. Уровень корректировки собственного изображения при апробации учебника контролировался так, чтобы изображение было узнаваемо и этически выдержано. Как правило, на этом этапе обучающиеся получают положительные эмоции, им интересна эта работа. Мобильное приложение легко в пользовании, поэтому все члены учебной группы, независимо от успеха в изучении русского языка, получают положительный эмоциональный опыт, что очень важно: «Эмоции человека влияют на познавательные процессы, зависящие от мотивации. Например, курсанты, которые испытывают

положительные эмоции, такие как самореализация и удовлетворение, готовы предпринимать большие умственные усилия для решения поставленных задач, чем те курсанты, которые испытывают отрицательные эмоции. Кроме того, эмоции часто лежат в основе любознательности и творческого подхода, которые могут стать мотивационными факторами в процессе обучения» [17, с. 162]. На втором этапе изображение переносится на электронный носитель, а затем помещается в креативную среду учебника. Технология работы между приложением Meitu и Power Point позволяет одним кликом ввести анимэ-аватар обучающегося в креативную среду, заменив аватар нужного героя.

Автор электронного образовательного ресурса, учитывая все вышеперечисленные характеристики мышления современного обучающегося, создает креативную среду: продумывает ряд персонажей интересной сериальной сюжетной истории, которая может иметь разветвления в зависимости от того, как историю будут придумывать обучающиеся. В роли действующих героев используются анимированные изображения членов учебной группы. Если при этом совместить креативную среду с возможностями SMART Boards (умной интерактивной доски), то все изменения будут не только транслироваться в реальном времени, но и записываться автоматически на встроенный видеорекордер и затем могут быть многократно воспроизведены.

Таким образом, обучающиеся как бы попадают в виртуальную реальность, становятся соавторами сюжета, озвучивая своих персонажей. В этом случае мы достигаем сразу нескольких целей:

- обучающийся использует свои навыки опытного пользователя виртуальной среды;
- является соавтором креативной среды, как это и реализуется в сети Интернет;
- наконец, самое важное – учится коммуницировать с другими участниками виртуальной среды на русском языке, выполняя не условно-коммуникативные упражнения под чуждыми именами героев диалога, а творчески развивая общение от собственного имени внутри креативной среды.

Создание собственного виртуального персонажа для общения на русском языке внутри креативной обучающей среды с педагогической точки зрения в значительной степени снимает комплекс проблем адаптации иностранного военнослужащего – курсанта российского военного вуза. Это происходит, во-первых, потому, что общая работа в программе консолидирует учебную группу. Во-вторых, отдельные курсанты (иностранцы военнослужащие), которые испытывают трудности, подсознательно перекалывают свои ошибки на ошибки своего виртуального персонажа, снимая сложный эмоциональный фон. Наконец, в-третьих, виртуальный герой может обладать большей внутренней свободой, т.к. это только проекция обучаемого, и сам обучаемый может больше раскрыться в процессе работы в коллективе в креативной образовательной среде.

В данной статье, ограниченной по объему, мы рассмотрели лишь несколько архитектурных форм учебников, а также программ и приложение Meitu. Указанные дидактические средства обучения нами использовались в рамках педагогического эксперимента для формирования и овладения иностранными военнослужащими коммуникативной компетенцией, в полной мере близкой к естественной. Список таких приложений можно продолжить, например, навыки повествования на иностранном языке могут быть отработаны с помощью панорамных фотографий (описание своей комнаты, места экскурсии), приложение «Слово дня» расширяет лексический запас иностранных курсантов. Существуют также широко известные приложения для изучения отдельных предметов, например, общепринятые приложения для изучения химии «Chemist», «Molecules» и множество других приложений, корректное применение которых в условиях военного вуза помогают совершенствовать учебный процесс.

Скорость информационно-коммуникационных потоков в современном обществе изменяет и само общество, и каждого из его членов. Новое поколение должно получать такое образование,

которое даст возможность любому профессионалу достойно и конкурентоспособно развиваться согласно принципам образования XXI века, утвержденных программой ЮНЕСКО: «образование для всех», «образование через всю жизнь», «образование всегда, везде и в любое время».

### Список литературы:

1. Алпеева Л.С. Сущность понятия «инновационное образовательное пространство» в его связи с общей теорией инновации // Инновационное образовательное пространство: теория и практика обучения иностранным языкам в военно-техническом вузе. – Коллективная монография / [под редакцией Е. И. Чирковой; отв. за выпуск Л. С. Алпеева]. – Киров: Изд-во МЦИТО, 2017. – С. 9-26.
2. Елманова И.В. Интерактивное обучение как инновация в современном образовательном процессе. / И.В. Елманова // Актуальные вопросы образования и науки: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 30 сентября 2014 г. Часть 4. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2014. – С. 40-46.
3. Smart-технологии изменят систему образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: [http://www.trainings.ru/library/education\\_experience/?id=14024](http://www.trainings.ru/library/education_experience/?id=14024) (дата обращения 12.07.2017).
4. Чиркова Е.И., Зорина Е.М. Система визуальных образов в образовательном пространстве. // Е.И. Чиркова Е.М. Зорина // Евразийский союз ученых. – № 3 (36). –ч. 2. – С. 21-25.
5. Власов П. Как бороться с клиповым мышлением [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://tradelikeapro.ru/klipovuyim-myishleniem> (дата обращения 12.07.2017).
6. Верстинен Т. Мозг зомби. Научный подход к поведению ходячих мертвецов / Тимати Верстинен, Брэдли Войтек; Пер. с англ. – М.: Алпина Паблишер, 2016. – 262 с.
7. Рамчандран В.С. Мозг рассказывает. Что делает нас людьми. Вилейнур Рамачандран / Пер. с англ. Елены Чапель / Под научной редакцией к. психол. н. Каринэ Шишковой. М.: Карьера Пресс, 2016. – 422 с.
8. Каплан А. Мифы и реалии мозга человека: нейроинтерфейсы, искусственный интеллект, киборги и симбионты. – Открытая лекция 3 мая 2017 г. СПб национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики.
9. Черниговская Т.В. Чеширская улыбка кота Шредингера: язык и сознание. – М.: Языки славянской культуры, 2013. – 448 с.
10. Арден Джон. Укрощение амигдалы и другие инструменты тренировки мозга / Джон Арден: пер. с англ. Ю. Константиновой [науч. Ред. Н. Никольская]. – М.: Манн, Иванов и Фарбер, 2016. – 304 с.
11. Нанотехнологии как ключевой фактор технологического уклада в экономике / Под ред. С.Ю. Глазьева и В.В. Харитонова. – М.: Тривант, 2009. – 304 с.
12. Василенко В. Технологические уклады в контексте стремления экономических систем к идеальности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2013/13vvoski.pdf>. (дата обращения 25.05.2017).
- 13.. Садовничий В.А, Акаев А.А, Коротаев А.В., Малков С.Ю. Моделирование и прогнозирование мировой динамики / Научный совет по Программе фонд. исслед. Президиума Российской академии наук «Экономика и социология знания». – М.: ИСПИ РАН, 2012. – (Экономика и социология знания). – 359 с
14. Лаптев А.А. Особенности военного образования: конкурентноустойчивость военного вуза на российском рынке образовательных услуг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [www.rucont.ru/efd/526864](http://www.rucont.ru/efd/526864) (дата обращения (20.05.2017)).

15. Малашенко Ю.И. Подходы к созданию электронных библиотек в интересах подготовки специалистов войск связи / Ю.И. Малашенко // Связь в Вооруженных силах Российской Федерации-2016 [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.army.informost.ru/2016/sod.php> (дата обращения 12.07.2017).

16. Титова С.В., Филатова А.В. Технологии Веб 2.0 в преподавании иностранных языков / С.В. Титова, А.В. Филатова; Мос. Гос. Ун-т им. М.В. Ломоносова, Факультет иностран. яз. и регионоведения. – М.: ЗАО «Издательство ИКАР», 2014. – 100 с.

17. Чиркова Е.И. Эмоциональная составляющая занятия по иностранному языку в военнотехническом вузе / Е.И. Чиркова // Молодежь. Образование. Наука: сборник статей X Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, адъюнктов, молодых преподавателей и ученых (Пенза, 15 марта 2015 года) / под общ. ред. О.В. Варнаковой, И.И. Грачева, О.Н. Пономаревой, В.А. Худякова. – Пенза: ПАИИ, 2015. – С.161-167.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Алпеева Лада Сергеевна**, кандидат педагогических наук, Военный институт (инженерно-технический) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева (ВИ(ИТ) ВАМТО), доцент кафедры иностранных и русского языков, e-mail: alp-lada@yandex.ru

**Бакевич Алексей Михайлович**, ВИ(ИТ) ВАМТО имени генерала армии А. В. Хрулёва, соискатель степени кандидата технических наук, e-mail: baks\_a@inbox.ru

**Ваучский Михаил Николаевич**, доктор технических наук профессор, ВИ(ИТ) ВАМТО имени генерала армии А. В. Хрулёва, профессор кафедры «Технология, организация и экономика строительства», e-mail: wow\_2@mail.ru

**Гайнуллин Марат Мансурович**, кандидат технических наук доцент, ВИ(ИТ) ВАМТО имени генерала армии А. В. Хрулёва, заместитель начальника кафедры «Гидротехнические сооружения, строительные конструкции и механика твердого тела», e-mail: marat-2304@mail.ru

**Колесник Иван Владимирович**, ВИ(ИТ) ВАМТО имени генерала армии А. В. Хрулёва, преподаватель кафедры «Электроснабжение, электрооборудование и автоматика», e-mail: ivanelectric12@gmail.com

**Кондратьев Владислав Сергеевич**,

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Alpeeva Lada S.**, candidate of pedagogical Sciences, Military Institute of engineering of the Military Academy of logistics named after army General A.V. Khrulev MI(E) MAL behalf of the army General A.V. Khrulev, associate professor of the Language Department, e-mail: alp-lada@yandex.ru

**Bakevich Aleksey M.**, MI(E) MAL behalf of the army General A. V. Khrulev, the competitor of a scientific degree of candidate of technical Sciences, e-mail: baks\_a@inbox.ru

**Vauchskii Mihail N.**, doctor of technical Sciences Professor, Military Institute of the Military Academy of logistics named after army General A.V. Khrulev (MI(E) MAL), Professor of the Department "Technology, organization and Economics of construction", e-mail: wow\_2@mail.ru

**Gaynullin Marat M.**, candidate of technical Sciences associate Professor, Military Institute of engineering of the Military Academy of logistics named after army General A.V. Khrulev, Deputy head of the Department, e-mail: marat-2304@mail.ru

**Kolesnik Ivan V.**, MI(E) MAL behalf of the army General A.V. Khrulev, teacher of the Department "Power Supply, Electric and Automatic Equipment", e-mail: ivanelectric12@gmail.com

**Kondratiev Vladislav S.**, candidate of technical

кандидат технических наук доцент, Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского, старший научный сотрудник, e-mail: kvs-36@mail.ru

**Кондратьева Ирина Владиславовна**, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, старший преподаватель кафедры высшей математики, e-mail: kiv-17@mail.ru

**Монахов Михаил Алексеевич**, кандидат технических наук профессор, ВИ(ИТ) ВАМТО имени генерала армии А. В. Хрулёва, профессор кафедры электроснабжения, электрооборудования и автоматики, e-mail: monahovsp@mail.com

**Павленок Андрей Михайлович**, кандидат технических наук, ВИ(ИТ) ВАМТО имени генерала армии А. В. Хрулёва, начальник кафедры «Электроснабжение, электрооборудование и автоматика», e-mail: ruvitu@gmail.com

**Панков Артём Сергеевич**, научно-производственное объединение специальных материалов (ЗАО НПО СП), начальник центра специальных сооружений, e-mail: artem.pankov@npo-sm.ru

**Тишков Алексей Анатольевич**, кандидат технических наук, ВИ(ИТ) ВАМТО имени генерала армии А. В. Хрулёва, заместитель начальника кафедры «Электроснабжение, электрооборудование и автоматика», e-mail: aleksei.tishkov@mail.ru

**Чернышов Михаил Викторович**, доктор технических наук доцент, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ», профессор кафедры «Плазмагазодинамика и теплотехника», e-mail: mvcher@mail.ru

Sciences associate Professor, Military space Academy named after A.F. Mozhayskii, senior researcher, e-mail: kvs-36@mail.ru

**Kondrateva Irina V.**, Saint-Petersburg state University of Economics, senior lecturer of the department of mathematics, e-mail: kiv-17@mail.ru

**Monakhov Mikhail A.**, candidate of technical Sciences Professor, MI(E) MAL behalf of the army General A.V. Khrulev, professor of the Department "Power Supply, Electric and Automatic Equipment", e-mail: monahovsp@mail.com

**Pavlenok Andrey M.**, candidate of technical Sciences, MI(E) MAL behalf of the army General A.V. Khrulev, head of the Department "Power Supply, Electric and Automatic Equipment", e-mail: ruvitu@gmail.com

**Pankov Artem S.**, scientific production Association of special materials, head of center of special materials, e-mail: artem.pankov@npo-sm.ru

**Tishkov Aleksey A.**, candidate of technical Sciences, MI(E) MAL behalf of the army General A.V. Khrulev, Deputy head of the Department, e-mail: aleksei.tishkov@mail.ru

**Chernishov Mihail V.**, doctor of technical Sciences associate Professor, Baltic state technical University "VOENMEH", professor of the Department of plasmagasdynamic and heat technology, e-mail: mvcher@mail.ru

# ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ, НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ В ЖУРНАЛЕ «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР»

*Утверждены Решением Редакционной коллегии «28» июня 2016 года.*

## **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.**

«Военный инженер» - научно-практический журнал, охватывающий широкий спектр направлений научного поиска и практического применения научных разработок. В журнале публикуются научные статьи, отражающие итоговые или промежуточные результаты поиска инновационных подходов к путям развития и совершенствования процессов, обеспечивающих безопасность жизненного цикла объектов военной инфраструктуры, включая подготовку квалифицированных специалистов для достижения указанной цели. Каждый номер журнала включает в себя соответствующие рубрики. Содержание публикуемых материалов должно в полной мере соответствовать требованиям статьи 4 Закона Российской Федерации от 27.12.1991 N 2124-1 (ред. от 30.12.2015) «О средствах массовой информации».

## **ЭТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ.**

Журнал стремится соблюдать высокие стандарты публикационной этики. Редакционной коллегией журнала установлены общедоступные правила этического поведения. Авторы, рецензенты и Редакционная коллегия обязаны гарантировать и обеспечивать соблюдение этих правил.

### **Этика автора (авторов) статьи**

Автор (авторы) статьи должен (должны) представлять в редакцию результаты исследования, содержащие научную новизну. Представляемые им (ими) научные результаты и выводы должны быть достоверны и изложены не только исчерпывающе полно, но и корректно и объективно. Если в статье используются результаты или цитаты из других научных материалов, то в отношении таких результатов или цитат должны быть указаны точные библиографические ссылки на первоисточник. Автор (авторы) статьи не должен (не должны) представлять в статье результаты, практически одинаковые с теми, которые были ранее опубликованы. Автор (авторы) статьи должен (должны) исчерпывающе и объективно отражать реальное состояние рассматриваемых в статье вопросов и путей их решения. Автор (авторы) обязан (обязаны) библиографически корректно указывать публикации (при необходимости — цитировать такие публикации), определяющие существующее состояние рассматриваемых в статье вопросов. На любое утверждение (наблюдение, аргумент или вывод), опубликованное ранее, в статье должна быть соответствующая библиографическая ссылка. Данные, полученные лично (например, в процессе беседы или переписки), не должны использоваться без письменного разрешения первоисточника и без отражения в тексте статьи факта наличия такого разрешения. Все лица (но не более трёх), внесшие значительный вклад в получение научных результатов, отраженных в статье, должны быть включены в состав авторского коллектива статьи. Лицам, внесшим сопутствующий вклад в получение представляемых в статье научных результатов, может быть выражена благодарность в тексте статьи. При наличии конфликта интересов, который может подвергнуть сомнению научную объективность автора (авторов) статьи, такой конфликт интересов должен быть указан в тексте статьи с разъяснениями автора (авторов) по этому вопросу.

Автор (авторы), обнаруживший (обнаружившие) существенные неточности или ошибки в статье, представленной в журнал или уже опубликованной в журнале, должен (должны)

немедленно письменно (по электронной почте редакции) уведомить об этом Редакционную коллегию для принятия совместного решения о форме представления объективной информации. При представлении статьи в журнал автор (авторы) статьи должен (должны) подтвердить то, что он (они) ознакомились с перечисленными правилами этического поведения и не допустил (допустили) нарушения этих правил.

### **Этика рецензентов статьи**

Рецензент, считающий, что он не является специалистом по рассматриваемым в статье вопросам, или понимает, что он не сможет своевременно представить рецензию на статью, должен незамедлительно сообщить Редакционной коллегии о невозможности рецензирования им представленной статьи.

Рецензент должен быть объективным в отношении научного содержания и научной значимости статьи. При наличии конфликта интересов, который может подвергнуть сомнению научную объективность рецензента, рецензент должен незамедлительно сообщить Редакционной коллегии о невозможности рецензирования им представленной статьи. Персональная критика автора (авторов) статьи недопустима.

Рецензент должен оценить полноту и объективность отражения в статье существующего состояния рассматриваемых вопросов и, при необходимости, указать (насколько это возможно — с точными библиографическими ссылками) на недостаточность такой полноты и объективности.

Представленная в Редакционную коллегию рукопись статьи является конфиденциальным документом. Рецензент может обсуждать содержание представленной рукописи статьи только с лицами, согласованными с Редакционной коллегией. Рецензент обязан никоим образом не использовать идеи и информацию, изложенные в представленной статье, до опубликования этой статьи.

### **Этика Редакционной коллегии журнала**

При принятии решения о публикации статьи главный редактор журнала учитывает все мнения, высказанные членами Редакционной коллегии журнала и рецензентами.

Редакционная коллегия журнала не допускает публикации статей, в отношении которых известно о наличии плагиата, нарушения авторских прав, клеветы и т.п.

Редакционная коллегия журнала не допускает публикации статей, в отношении которых установлено несоответствие принятой этике публикаций.

Члены Редакционной коллегии обязаны обеспечивать конфиденциальность содержания представленной статьи (в том числе никоим образом не использовать идеи и информацию, изложенные в представленной статье, до её опубликования).

## **ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСИ СТАТЬИ**

Электронная версия создается в программе Microsoft Word и сохраняется с расширением .doc. Формат страницы – А 4 (книжный), размерность полей «обычное», поля – верхнее и нижнее 2 см, левое – 3 см, правое – 1,5 см, абзацный отступ – 1,25 см, выравнивание – по ширине, междустрочный интервал – 1,5. Гарнитура – Times New Roman, размер шрифта – 12. Весь текст должен быть черного цвета, набран одной гарнитурой и размером шрифта.

В файлах статей не должно быть специальных знаков:

- принудительного переноса;
- неразрывного пробела;
- принудительного абзаца.

Изображения (фотографии) представляются в тексте статьи в формате tiff (предпочтительно)



или jpeg, разрешение не менее 300 dpi. Иллюстрации (диаграммы, схемы, графики, рисунки и т.п.) размещаются непосредственно в тексте статьи, исходя из логики изложения и сопровождаются подрисовочными подписями. Сложные иллюстрации дублируются отдельными файлами в формате .tiff, .tif, .jpg. В тексте статьи следует дать ссылку на конкретную иллюстрацию, например (см. рис. 2). На иллюстрациях должно быть минимальное количество слов и обозначений. Каждая иллюстрация должна иметь порядковый номер, название и объяснение значений всех кривых, цифр, букв и прочих условных обозначений, размещенных под ней. Все иллюстрации представляются только в черно-белом варианте.

Формулы выполняются в редакторе MathType 6.9. (не во встроенном редакторе Word 2007-2012). Простые формулы, символы и обозначения набираются без использования редактора формул. Форматирование выравниванием по центру страницы. Номера формул проставляются справа. Запрещено использовать опцию «Символ» для того, чтобы поставить математический или любой другой знак, тире, кавычки и т.п.

Таблицы набираются в тексте. Таблицы должны располагаться в пределах рабочего поля (не попадать в зону полей). При переносе таблицы на другую страницу следует переносить и шапку таблицы. Название таблицы выравнивается по центру страницы, номер таблицы выравнивается по правому краю страницы. Таблиц в статье должно быть не более трех. Все таблицы должны иметь заголовок. Все графы в таблицах должны также иметь заголовки. Сокращение слов допускается только в соответствии с требованиями ГОСТ 7.12-2011, ГОСТ 7.11-2004.

Одновременное использование таблиц и графиков для изложения одних и тех же результатов не допускается.

Ссылки на литературу обозначаются соответствующей цифрой заключённой в квадратные скобки;

Встречающиеся в тексте условные обозначения и сокращения должны быть раскрыты при первом появлении их в тексте.

Единицы физических величин, используемых в статье, должны входить в Международную систему единиц (СИ) и указываются в кириллице (на русском языке). Допускается использование единиц, разрешенных к применению наряду с единицами СИ, а также кратных и дольных единиц.

В связи с включением журнала в специализированную информационную систему "Российский индекс научного цитирования" (РИНЦ), обязательным техническим требованием к статье при размещении в журнале является её обработка в разметке XML.

Страницы не нумеруются. Использование подстрочных ссылок не допускается.

Рекомендуемый объем текста статьи 5–8 с. формата А-4 (книжный) с учетом графических вложений. Общее количество иллюстраций (диаграмм, графиков, рисунков, фотографий и т.п.) не должно превышать 10.

Представляемые материалы должны включать последовательно расположенные элементы:

- Индекс универсальной десятичной классификации (УДК), соответствующий заявленной теме и требованиям ГОСТ 7.90-2007, – слева, обычное начертание. **В связи с тем, что научный журнал «Военный инженер» является специализированным изданием, код УДК любой статьи должен начинаться цифрами 355-359, соответствующим описаниям «Военное искусство», «Военные науки», «Оборона страны», «Вооружённые силы» или 725.18 «Военные здания» (Архитектура);**
- Фамилия, инициалы автора (авторов) – на русском и английском языках, справа, полужирным курсивным начертанием;
- Название статьи – на русском и английском языках, строчные буквы, по центру полужирным начертанием;

- Аннотация (abstract) до 100 слов – на русском и английском языках, курсивом;
- Ключевые слова (keywords) - слова, несущие в тексте основную смысловую нагрузку. Пять-семь ключевых слов или словосочетаний, отделяемых друг от друга запятой – на русском и английском языках, курсивом;
- Текст статьи, оформленный в соответствии с указанными выше требованиями.
- Список литературы;  
Элементы статьи отделяются друг от друга одной строкой.

Аннотация статьи выполняет важную представительскую функцию во всех информационных базах и является независимым от статьи источником информации. Аннотация отражает содержание статьи, излагает существенные факты и результаты научной работы. Аннотация не должна искажать содержание статьи или содержать материал, который отсутствует в основной части публикации. В ней должна быть отражена суть исследования, а именно: структура статьи, включающая цель исследования, методы его проведения, полученные результаты. Название статьи не должно повторяться в аннотации.

Текст аннотации должен быть лаконичен и четок, свободен от второстепенной информации. Следует употреблять синтаксические конструкции, свойственные языку научных и технических документов, избегать сложных грамматических конструкций.

Как в аннотации, так и в названии статьи не рекомендуется употреблять не общепринятые аббревиатуры и сокращения, используемые в статье.

Общие требования к оформлению, структуре и содержанию аннотаций к статьям указаны в ГОСТ 7.9-95 (ИСО 214-76) «Реферат и аннотация. Общие требования». Рекомендуемый объем аннотации - не более 100 слов (с учетом предлогов).

Автор (авторы) должны придерживаться обобщенной структуры текста статьи:

- вводная часть (актуальность, существующие проблемы) – объем 0,5–1 с.;
- основная часть (постановка и описание задачи, методика исследования, изложение основных результатов);
- заключительная часть (предложения, выводы) – объем 0,5–1 с.

В тексте статьи должны быть ссылки на все источники из библиографического списка (порядковый номер источника в тексте статьи указывается в квадратных скобках). Список литературы дает представление о широте профессионального кругозора автора, а также об актуальности и качественном уровне проведенных им исследований. Рекомендуемое количество источников литературы для научных статей – не менее 5, для обзорных статей – не менее 10. Ссылаться на неопубликованные работы не разрешается.

В библиографическом списке источники располагаются в порядке их упоминания в статье.

Библиографические ссылки должны включать следующую информацию:

- для монографии — фамилии и инициалы всех авторов; полное название книги; наименование издательства и город, в котором оно находится; год издания; количество страниц книги;
- для статей — фамилии и инициалы всех авторов; полное название статьи; название журнала, газеты или сборника, в котором (которой) опубликована статья; год издания, идентификатор времени публикации (для газеты — номер выпуска или дата выхода, для журнала — год, том или номер выпуска, серия), номера страниц, занятых статьей (начальная и конечная);
- для стандартов — название стандарта, номер стандарта, место и год издания, количество страниц;
- для патентных документов — название патента (изобретения); номер патента; страна, номер и дата заявки на изобретение, дата опубликования патента; номер бюллетеня изобретений, страницы;

- для депонированных научных работ — фамилии и инициалы всех авторов; полное название работы; название депонирующего информационного центра; номер и дата депонирования; количество страниц работы;
- для диссертаций — фамилии и инициалы автора, полное название диссертации; на соискание какой ученой степени представлена диссертация; место и год защиты диссертации; количество страниц диссертации;
- для электронных ресурсов удаленного доступа — фамилии и инициалы всех авторов, полное название материала, электронный адрес (URL), протокол доступа к сетевому ресурсу, дата публикации или создания, дата обращения к электронному ресурсу (если невозможно установить дату публикации или создания).

Названия книг, статей, иных материалов и документов, опубликованных на иностранном языке, а также фамилии их авторов должны быть приведены в оригинальной транскрипции.

В библиографический список не должны включаться неопубликованные материалы или материалы, не находящиеся в общественном доступе. Максимальная длина библиографической ссылки не должна превышать 500 символов.

Единый формат оформления библиографических ссылок формируется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка».

**Примеры** оформления ссылок и списков литературы.

#### **Монографии:**

Тарасова В. И. Политическая история Латинской Америки : учеб. для вузов. — 2-е изд. — М.: Проспект, 2006. — С. 305-412

*Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой.*

Философия культуры и философия науки: проблемы и гипотезы: межвуз. сб. науч. тр. / Саратов. гос. ун-т; [под ред. С. Ф. Мартыновича]. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1999. — 199 с.

*Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованных не из предписанного источника информации.*

Райзберг, Б. А. Современный экономический словарь / Б. А. Райзберг, Л. У. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. -5-е изд., перераб. и доп. — М.:ИНФРА-М, 2006. — 494 с.

*Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, не повторяются в сведениях об ответственности. Поэтому:*

Райзберг Б. А., Лозовский Л. Ш., Стародубцева Е. Б. Современный экономический словарь. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2006. 494 с.

*Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).*

#### **Статьи из журналов и сборников:**

Адорно Т. В. К логике социальных наук // Вопр. философии. — 1992. — № 10. — С. 76-86.

Crawford, P. J. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works / P. J. Crawford, T. P. Barrett// Ref. Libr. — 1997. Vol. 3, № 58. — P. 75-85.

*Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, могут не повторяться в сведениях об ответственности.*

Crawford P. J., Barrett T. P. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works // Ref. Libr. 1997. Vol. 3. № 58. P. 75-85.

*Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).*

Корнилов В.И. Турбулентный пограничный слой на теле вращения при периодическом вдуве/отсосе // Теплофизика и аэромеханика. — 2006. — Т. 13, №. 3. — С. 369-385.

Кузнецов, А. Ю. Консорциум — механизм организации подписки на электронные ресурсы // Российский

фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке. — М.: Науч. мир, 2003. — С. 340-342.

#### **Аналитические обзоры:**

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья : аналит. обзор, апр. 2007/ Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. — М. : ИМЭМО, 2007. — 39 с.

#### **Патенты:**

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Корешев С.Н., Лебедева Г.И., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат//Патент России № 2122745.1998. Бюл. № 33.

#### **Материалы конференций**

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион, конф.. Ярославль, 2003. 350 с.

Марьянских Д.М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11-12 сент. 2000 г.). — Новосибирск, 2000. — С.125-128.

#### **Авторефераты**

Глухов В.А. Исследование, разработка и построение системы электронной доставки документов в библиотеке: Автореф. дис. канд. техн. наук. — Новосибирск, 2000. —18 с.

#### **Диссертации**

Фенухин В. И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северо-Кавказского региона : дис.... канд. полит, наук. — М.. 2002. — С. 54-55.

#### **Интернет-документы:**

Официальные периодические издания: электронный путеводитель / Рос. нац. б-ка, Центр правовой информации. [СПб.], 20052007.

URL: <http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html> (дата обращения: 18.01.2007).

Логинава Л. Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире: междунар. науч. пед. интернет-журн. 21.10.03.

URL: <http://www.oim.ru/reader.asp?nomers 366> (дата обращения: 17.04.07).

Рынок тренингов Новосибирска: своя игра [Электронный ресурс]. — Режим доступа:

URL: <http://nsk.adme.ru/news/2006/07/03/2121 .html> (дата обращения: 17.10.08).

Литчфорд Е. У. С Белой Армией по Сибири [Электронный ресурс] // Восточный фронт Армии Генерала А. В. Колчака: сайт. —

URL: <http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm> (дата обращения 23.08.2007).

## **НАПРАВЛЕНИЕ РУКОПИСЕЙ НА РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ**

Научная статья направляется докторантами, адъюнктами, соискателями, докторами и кандидатами наук Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии В.А. Хрулёва и подчинённых институтов, расположенных в Санкт-Петербурге в 2 экземплярах: 1 экземпляр на бумажном носителе и 1 экземпляр на электронном носителе.

Все другие авторы направляют свои скомпонованные работы одним файлом по электронной почте редакции журнала или на электронном носителе официальным почтовым отправлением. В названии файла должны быть указаны: слово «Статья», аббревиатура ВВУЗа (ВУЗа, научной или производственной организации), фамилия автора (одного из соавторов).

Последовательность расположения материалов в файле

1. УДК (слева).
2. Заглавие статьи на русском и английском языках (по центру строчными буквами).

3. Инициалы и фамилия автора (авторов) на русском и английском языках (строкой ниже по центру).
4. Аннотация и ключевые слова (5–7 слов или словосочетаний) на русском и английском языках (через строку по ширине).
5. Основной текст статьи.
6. Список литературы.

На английском языке дублируются сведения по пп.2–4.

### **Требования к анкете автора**

Отдельным файлом представляется анкета автора (каждого соавтора), которая содержит данные:

- фамилия, имя, отчество полностью;
- ученая степень полностью;
- ученое звание;
- место работы (полное официальное название организации);
- занимаемая должность;
- шифр и наименование научной специальности;
- знак охраны авторского права, инициалы, фамилия автора, год публикации;
- контактный телефон (рабочий, домашний, сотовый) – в журнале не публикуется;
- адрес электронной почты – в журнале публикуется;
- название статьи;
- почтовый адрес с индексом, если журнал будет пересылаться по почте.

Сведения в полном объеме приводятся на русском и английском языках.

К научной статье прилагается:

1. Экспертное заключение о возможности открытой публикации материалов в 1 экз.
2. Письменное подтверждение автора (авторов) соблюдения правил этического поведения на предоставляемом редакцией бланке.

### **РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ РУКОПИСЕЙ**

Докторантам, адъюнктам, соискателям Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии В.А. Хрулёва её институтов и филиалов необходимо представить от кафедры, на которой готовится диссертация, следующие документы:

- выписку из протокола заседания кафедры о рекомендации статьи к публикации в журнале «Военный инженер»;
- оригинал подписанной и заверенной печатью рецензии по поручению кафедры от кандидата или доктора наук, чья научная специальность или перечень научных работ соответствуют научному направлению статьи.

Аналогичный перечень документов предоставляют сотрудники Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии В.А. Хрулёва и её филиалов, имеющим учёные степени кандидата наук и не являющиеся докторантами.

Авторам, являющимися докторантами, адъюнктами других высших военных образовательных учреждений, а также докторантам (аспирантам) иных ВУЗов и научных учреждений, следует представить внешнюю заверенную рецензию доктора наук, чья научная специальность или перечень научных работ соответствуют научному направлению статьи.

Наличие внешней рецензии (рецензий) не означает, что Редакционная коллегия журнала не

вправе направить рукопись статьи на дополнительное рецензирование.

Авторам, являющимися докторами наук наличие рецензии не требуется.

Ответственный секретарь Редакционной коллегии журнала осуществляет регистрацию и учет движения поступивших документов в журнале регистрации.

Ответственный секретарь Редакционной коллегии журнала осуществляет (в трехдневный срок от даты поступления материалов статьи, предлагаемой к публикации) контроль комплектности и соответствия представленных материалов установленным требованиям.

Материалы статей, не соответствующие установленным требованиям, возвращаются авторам статей в семидневный срок от даты поступления таких материалов с указанием причин возврата.

Председатель Редакционной коллегии (заместитель председателя Редакционной коллегии) журнала в пятидневный срок от даты поступления материалов статьи определяет профильную рубрику (профильные рубрики) журнала.

Ответственный секретарь Редакционной коллегии журнала в семидневный срок от даты поступления материалов статьи, предлагаемой к публикации, направляет копии материалов статьи на бумажном носителе куратору профильной рубрики (кураторам профильных рубрик) журнала.

Статьи, предлагаемые к публикации в журнале, проходят обязательное рецензирование, кроме оговорённых выше случаев.

Рецензентом должен являться специалист, имеющий ученую степень доктора наук по профилю рецензируемой работы или два специалиста, имеющих ученую степень кандидата наук по профилю рецензируемой работы.

Рецензентами должны являться признанные специалисты по тематике рецензируемых материалов и имеющие в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи.

Персональный состав рецензентов определяется куратором рубрики журнала (как правило, из членов Редакционной коллегии журнала или из числа постоянных экспертов, рекомендованных Редакционной коллегией журнала). При необходимости, персональный состав рецензентов может быть определен или дополнен председателем Редакционной коллегии журнала (заместителем председателя Редакционной коллегии журнала). При этом должны быть обеспечены компетентность, независимость и беспристрастность рецензентов.

Ответственный секретарь редакционной коллегии журнала в трехдневный срок от даты определения рецензента (рецензентов) статьи направляет рецензенту (рецензентам) статьи копии её статьи на бумажном носителе.

Срок представления рецензии на статью, как правило, не может превышать двух недель от даты направления материалов статьи рецензенту (рецензентам).

Структура рецензии на статью должна соответствовать установленным требованиям.

Содержание рецензии, содержащей рекомендацию статьи к публикации, должно аргументировано подтверждать, что рассмотренная статья содержит новые интересные результаты и заслуживает публикации.

Рецензия на статью представляется ответственному секретарю Редакционной коллегии журнала на бумажном носителе, должна быть подписана рецензентом (рецензентами) и иметь проставленную дату подписания рецензии.

Рецензии, не соответствующие указанным требованиям, ответственным секретарём Редакционной коллегии журнала не принимаются.

Рецензия хранится в делах Редакционной коллегии журнала в течение пяти лет от даты публикации статьи или от даты принятия Редакционной коллегией журнала решения об отказе в публикации статьи.

Заседание Редакционной коллегии журнала проводится по мере необходимости, но, как

правило, не реже одного раза в квартал.

На заседании Редакционной коллегии журнала куратор рубрики (в случае невозможности присутствия на заседании куратора рубрики – уполномоченный им член Редакционной коллегии журнала), изучивший материалы представленной к публикации статьи и рецензию (рецензии) на эту статью, дает характеристику представленной к публикации статьи и свою оценку возможности (целесообразности) публикации данной статьи в журнале.

Решение Редакционной коллегии журнала о публикации статьи или о необходимости доработки статьи с учетом замечаний или о невозможности (нецелесообразности) публикации статьи принимается при наличии кворума заседания Редакционной коллегии журнала (присутствие на заседании более половины членов Редакционной коллегии журнала) квалифицированным большинством в две трети членов Редакционной коллегии журнала, присутствующих на заседании.

При наличии существенных разногласий во мнениях членов Редакционной коллегии журнала решение о публикации статьи, или о доработке статьи с учетом замечаний, или о невозможности (нецелесообразности) публикации статьи принимается главным редактором (председателем Редакционной коллегии) журнала или председательствующим на данном заседании Редакционной коллегии журнала заместителем главного редактора (заместителем председателя Редакционной коллегии) журнала.

При наличии научных, правовых либо иных существенных оснований главный редактор (председатель Редакционной коллегии) журнала может:

- затребовать дополнительные материалы, подтверждающие обоснованность (целесообразность, допустимость) данной публикации;
- отказать в публикации представленной статьи.

Ответственный секретарь Редакционной коллегии журнала в семидневный срок после принятия Редакционной коллегией журнала решения о публикации статьи или об отказе в публикации статьи направляет автору (авторам) статьи выписку из решения (мотивированного, в случае отказа от публикации статьи) Редакционной коллегии журнала по присланной статье. К выписке прикладываются копии рецензий на статью (с удаленными из этих копий сведениями о рецензентах статьи).

Ответственный секретарь Редакционной коллегии журнала осуществляет хранение контрольного экземпляра поступивших документов в течение пяти лет от даты принятия Редакционной коллегией журнала решения о публикации статьи или об отказе в публикации статьи.

Автор статьи дает письменное согласие на её воспроизведение на безвозмездной основе на странице журнала «Военный инженер» в сети Интернет. Выплата гонорара за публикации не предусматривается.

**Открыта подписка на журнал «Военный инженер» во всех отделениях  
ФГУП «Почта России» на первое полугодие 2018 года**

Федеральное государственное унитарное предприятие "Почта России"      Ф СП - 1												
Бланк заказа периодических изданий												
<b>АБОНЕМЕНТ</b>						На <del>газету</del> журнал		<b>П4852</b>				
<b>Военный инженер</b>								(индекс издания)				
(наименование издания)								Количество комплектов		1		
На 2018 год по месяцам												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	
Куда												
			(почтовый индекс)						(адрес)			
Кому _____												
Линия отреза												
			<b>ДОСТАВОЧНАЯ</b>						<b>П4852</b>			
ПВ      место      литер			<b>КАРТОЧКА</b>						(индекс издания)			
На <del>газету</del> журнал			<b>Военный инженер</b>									
			(наименование издания)									
Стои- мость	подписки								руб.		Количество комплектов	1
	каталож- ная								448 руб.			
	переадре- совки								руб.			
На 2018 год по месяцам												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	
Город _____												
село _____												
почтовый индекс _____ область _____												
Район _____												
код улицы _____ улица _____												
дом _____ корпус _____ квартира _____												
Фамилия И.О. _____												