science.donntu.org

ДОНЕЦКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

# ВЕСТНИК

№1(1) 2016 г.



## Аноприенко Александр Яковлевич

**и.о. ректора Донецкого национального технического университета с 2014 по 2016 гг.**

# Научные издания Донецкого национального технического университета




## Международный научно-технический журнал «Вестник ДонНТУ»

Свид-во о регистрации в Министерстве информации ДНР №303 от 06.08.2015 г.

**vestnik.donntu.org**

**Периодичность – 12 раз в год**

**Научные направления:**
02.00 – Химические науки;
05.04 – Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение;
05.05 – Транспортное, горное и строительное машиностроение;
05.09 – Электротехника; 05.14 – Энергетика;
05.17 – Химическая технология; 08.00 – Экономические науки

## Международный научно-технический и производственный журнал «Металлургические процессы и оборудование»




Свид-во о регистрации в Министерстве информации ДНР №311 от 06.08.2015 г. ISSN 1816-1200
Договор с РИНЦ от 12.12.2012 г. №532-11/2012

**metal.donntu.org**

**Периодичность – 4 раза в год**

**Научные направления:**
05.02 – Машиностроение и машиноведение; 05.04 – Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение; 05.11 – Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы; 05.16 – Металлургия и материаловедение



## Международный научный журнал «Проблемы горного давления»

ISSN 1682-1092 (Print)
2413-581X (Online)

**pgd.donntu.org**

Свид-во о регистрации в Министерстве информации ДНР №339 от 06.10.2015 г.

**Периодичность – 4 раза в год**

**Научные направления:**
05.26 – Безопасность деятельности человека;
25.00 – Науки о земле

## Международный научно-технический журнал «International Journal of Innovative and Information Manufacturing Technologies»




Свид-во о регистрации в Министерстве информации ДНР №308 от 06.08.2015 г. ISSN 2311-6765

**iimt.donntu.org**

**Периодичность – 2 раза в год**

**Научные направления:**
01.02 – Механика;
05.02 – Машиностроение и машиноведение;
05.11 – Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы




## Научный журнал «Вестник Института гражданской защиты Донбасса»

Свид-во о регистрации в Министерстве информации ДНР №305 от 06.08.2015 г.

**vestnik.igzd.donntu.org**

**Периодичность – 4 раза в год**

**Научные направления:**
05.12 – Радиотехника и связь;
05.13 – Информатика, вычислительная техника и управление;
05.23 – Строительство и архитектура;
05.26 – Безопасность деятельности человека;
13.00 – Педагогические науки

# Вестник ДонНТУ №1(1)'2016

**международный научно-технический журнал**

*Учредитель и издатель:* *ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет» (Донецк)*

*Главный редактор*
Аноприенко А.Я. (к.т.н., проф.)*

*Зам. главного редактора*
Маренич К.Н. (д.т.н., проф.)*

*Ответственный секретарь*
Сотников А.Л. (к.т.н., доц.)*

*Редакционный совет:*
Бершадский И.А. (д.т.н., проф.)*
Бирюков А.Б. (д.т.н., проф.)*
Бутузова Л.Ф. (д.х.н., проф.)*
Высоцкий Ю.Б. (д.х.н., проф.)*
Гавриленко В.А. (д.э.н., проф.)*
Гуляев В.Г. (д.т.н., проф.)*
Гутаревич В.О. (к.т.н., доц.)*
Дедовец И.Г. (к.т.н., доц.)*
Еронько С.П. (д.т.н., проф.)*
Ковалев А.П. (д.т.н., проф.)*
Кондрахин В.П. (д.т.н., проф.)*
Кононенко А.П. (д.т.н., проф.)*
Кучер В.А. (д.э.н., проф.)*
Ларин А.М. (к.т.н., доц.)*
Мищенко Н.И. (д.т.н., проф.)*
Морозова Л.Н. (к.т.н., доц.)*
Павлюков В.А. (к.т.н., доц.)*
Приседский В.В. (д.х.н., проф.)*
Толок А.В. (к.т.н., доц.)*
Чальцев М.Н. (д.т.н., проф.)*
Шабаев О.Е. (д.т.н., проф.)*
Шаповалов В.В. (д.х.н., проф.)*

* - *штатные сотрудники учредителя*

Адрес: 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58
Телефоны: +380 (62) 304-60-82,
(66) 029-44-30
Эл. почта: vestnikdonntu@gmail.com
Интернет: vestnik.donntu.org

**Вестник ДонНТУ**
**2016. №1(1)**

Издается с января 2016 г.
Периодичность издания: 12 раз в год

*Свидетельство о государственной регистрации №303 от 06.08.2015*

За содержание статей и их оригинальность несут ответственность авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов. За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель.

*Подписано к печати по рекомендации Ученого Совета ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»*
Протокол №9 от 18.12.2015

Формат 60×84$^{1/8}$. Заказ 0116.
Тираж 100 экз. Печать:
Изд-во «Донецкая политехника», 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

### УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

**А.Я. Аноприенко**
Пятая волна индустриализации и третья промышленная революция ..... 3

### ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

**Л.Ф. Бутузова, Ш.М. Шакир, В.О. Кулакова, В.А. Колбаса**
Взаимосвязь между технологическими свойствами углей и составом экстрактов.....13

**С.П. Высоцкий, Т.И. Степаненко**
Влияние различных факторов на растворимость металлов и степень удаления соединений железа из раствора .....21

### ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

**М.Ю. Ткачев, В.Ф. Борисенко, К.Н. Шаповалов, Д.С. Вараницкий**
Разработка роботизированного комплекса для замены погружного стакана на участке промежуточный ковш-кристаллизатор МНЛЗ .....27

### ТРАНСПОРТ

**А.Н. Дудников, Р.О. Роменский**
Методика определения местоположения нерегулируемого наземного пешеходного перехода на перегоне городской улицы.....33

### ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

**М.Н. Чальцев**
Теория и разработка пневмотранспортных систем .....40

### ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ

**С.П. Высоцкий, Т.С. Башевая**
Риски в стройиндустрии и обоснование пенсионного возраста .....44

**С.М. Качан**
Теория экономического порядка: современное значение при формировании эффективного государства .....49

**А.А. Ткачев**
Управление информационными рисками предприятия с учетом эффективности затрат на их снижение .....58

### ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Требования к статьям, направляемым в редакцию .....64

**Информация об издании**

– На страницах журнала публикуются научные статьи фундаментального и прикладного характера, информация о конференциях, семинарах и выставках; освещается деятельность ведущих научно-исследовательских и проектных институтов, промышленных предприятий и коммерческих организаций, технопарков.

– Журнал оказывает информационную поддержку в продвижении на рынок конкурентоспособной наукоемкой продукции, проектов, научно-технических разработок и высоких технологий в различных областях промышленности.

– Журнал распространяется бесплатно в эл. виде посредством сети Интернет. Оказывает информационную поддержку и принимает участие в Международных научных конференциях и выставках.

– Редакция журнала принимает к публикации и осуществляет рецензирование рукописей статей по химическим, техническим и экономическим наукам и следующим группам специальностей: 02.00 – Химические науки; 05.04 – Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение; 05.05 – Транспортное, горное и строительное машиностроение; 05.09 – Электротехника; 05.14 – Энергетика; 05.17 – Химическая технология; 08.00 – Экономические науки

# VESTNIK DONNTU No.1(1)'2016

**international scientific-technical journal**

*Founder and publisher* *Donetsk National Technical University (Donetsk)*

*Editor-in-chief*
Anoprienko A.Y. (Cand. Sci. (Eng.), Prof.)*

*Deputy Editor-in-chief*
Marenych K.N. (Dr. Sci. (Eng.), Prof.)*

*Executive secretary*
Sotnikov A.L. (Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof.)*

*Editorial council:*
Bershadsky I.A. (Dr. Sci. (Eng.), Prof.)*
Biryukov A.B. (Dr. Sci. (Eng.), Prof.)*
Butuzova L.F. (Dr. Sci. (Chem.), Prof.)*
Vusotsky Y.B. (Dr. Sci. (Chem.), Prof.)*
Gavrilenko V.A. (Dr. Sci. (Econ.), Prof.)*
Gulyaev V.G. (Dr. Sci. (Eng.), Prof.)*
Gutarevich V.O. (Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof.)*
Dedovets I.G. (Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof.)*
Eron'ko S.P. (Dr. Sci. (Eng.), Prof.)*
Kovalev A.P. (Dr. Sci. (Eng.), Prof.)*
Kondrahin V.P. (Dr. Sci. (Eng.), Prof.)*
Kononenko A.P. (Dr. Sci. (Eng.), Prof.)*
Kucher V.A. (Dr. Sci. (Econ.), Prof.)*
Larin A.M. (Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof.)*
Mishchenko N.I. (Dr. Sci. (Eng.), Prof.)*
Morozova L.N. (Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof.)*
Pavlyukov V.A. (Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof.)*
Prisedsky V.V. (Dr. Sci. (Chem.), Prof.)*
Tolok A.V. (Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof.)*
Chaltsev M.N. (Dr. Sci. (Eng.), Prof.)*
Shabayev O.E. (Dr. Sci. (Eng.), Prof.)*
Shapovalov V.V. (Dr. Sci. (Chem.), Prof.)*

** - staff members of the founder*

Address: 83001, Donetsk, 58, Artema St.
Phone: +380 (62) 304-60-82,
(66) 029-44-30
E-mail: vestnikdonntu@gmail.com
Internet: vestnik.donntu.org

**Vestnik DonNTU**
**2016. No.1(1)**

Published since January, 2016
Publication frequency: 12 times a year

*Certificate of State Registration*
*No.303 dated 06.08.2015*

The content and originality
of the articles is the author's
responsibility. The editorial opinion
may not necessarily represent
the views of the authors.
The content of advertising material
is the advertiser's responsibility.

*Subscribed to print*
*on the recommendation*
*of the Academic Council*
*Donetsk National Technical University*
Protocol No.9 dated 18.12.2015

Format 60×84$^{1/8}$. Order 0116.
Circulation 100. Print:
Publishing house
"Donetsk Polytechnic", 2016

## CONTENTS

### SCIENTIFIC NOTES

**A.Y. Anoprienko**
The fifth wave of industrialization and the third industrial revolution ..... 3

### CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY

**L.F. Butuzova, Sh.M. Shakir, V.O. Kulakova, V.A. Kolbasa**
Possibilities of coal technological properties assessment
by the extracts composition .....13

**S.P. Vusotsky, T.I. Stepanenko**
The effect of various factors on metal solubility
and the degree of iron compounds removal from solutions .....21

### POWER, METALLURGICAL AND CHEMICAL ENGINEERING

**M.Y. Tkachev, V.F. Borisenko, K.N. Shapovalov, D.S. Varanitsky**
Development of a robotized complex for the submerged nozzle change
at the stage of a tundish-mold CCM.....27

### TRANSPORT

**A.N. Dudnikov, R.O. Romensky**
Identification technique of an uncontrolled ground
pedestrian crossing location in the city streets.....33

### TRANSPORT, MINING AND CONSTRUCTION ENGINEERING

**M.N. Chaltsev**
Ways of improving pneumatic transport systems.....40

### ECONOMICS AND MANAGEMENT

**S.P. Vusotsky, T.S. Bashevaya**
Risks in the construction industry and substantiation of the retirement age.....44

**S.M. Kachan**
Theory of economic order: modern understanding
while forming an efficient state.....49

**A.A. Tkachev**
Information risks management at an enterprise
in view of cost-effectiveness of their reduction.....58

### INFORMATION

Requirements for the articles submitted to the Editorial office.....64

**Publication Information**

– The journal publishes research papers of fundamental and applied nature, information on conferences, seminars and exhibitions. It covers the activities of the leading research and design institutes, industrial and commercial companies and technology parks.

– The journal provides information support for the marketing of competitive high-tech products, projects, scientific and technical developments and high technologies in various fields of industry.

– The journal is distributed free of charge in electronic format via the Internet. It provides informational support and participates in International scientific conferences and exhibitions.

– The editorial accepts for publication and reviews manuscripts on chemical, technical and economic sciences, and the following groups of specialties: 02.00 – Chemical Science; 05.04 – Power, Metallurgical and Chemical Engineering; 05.05 – Transport, Mining and Construction Engineering; 05.09 – Electrical Engineering; 05.14 – Energy; 05.17 – Chemical Technology; 08.00 – Economics

УДК 008.2

**А.Я. Аноприенко /к.т.н./**
*ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет» (Донецк)*

# ПЯТАЯ ВОЛНА ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ И ТРЕТЬЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

*На базе рассмотрения циклов (или волн) Кондратьева (К-волн) и многочисленных исследований в этой области, проведенных за последние десятилетия, могут быть сформированы существенно уточненные и более адекватные концептуальные модели К-волн, которые позволяют многое объяснить из процессов развития в прошлом и достаточно уверенно формировать прогнозы на будущее. Важным при этом является вывод о том, что процессы индустриализации в современном обществе, в т.ч. в рамках нынешней третьей промышленной революции, будут и далее развиваться и углубляться, но при этом их формы и содержание могут существенно эволюционировать.*

***Ключевые слова:*** *циклы Кондратьева, К-волны, индустриализация, промышленная революция, ноосфера, нооэкономика, ноотехнологии.*

Высшее профессиональное техническое образование максимально успешным может быть лишь в том случае, если преподавание ведется не только на базе использования и обобщения имеющихся знаний и опыта, но и с учетом прогнозов развития техники и технологий. Это особенно актуально для наиболее стремительно развивающихся направлений подготовки, связанных, в первую очередь, с компьютерными науками и технологиями. Ведь за те несколько лет, которые студент проводит в вузе, а затем еще и на протяжении тех лет, которые требуются для окончательного профессионального становления, сменяется иногда не одно поколение компьютерной техники и связанных с ней технологий.

При этом, как правило, имеет место сочетание довольно очевидного экспоненциального развития (но с совершенно разными темпами изменений для различных систем и подсистем!) и существенно менее заметных периодических процессов различной длительности и интенсивности.

Для понимания процессов развития важно также определиться, на каких стадиях периодических и экспоненциальных процессов мы находимся, и к чему необходимо быть готовым в ближайшем и относительно отдаленном будущем. Т.к. реальные динамические процессы развития, как правило, чрезвычайно сложны, то речь обычно идет о формировании разного рода математических, компьютерных и концептуальных моделей, которые с той или иной степенью достоверности отражают различные особенности реальных процессов. Далее рассмотрены основные существующие модели такого рода и на основе их анализа предложены уточненные концептуальные модели, связывающие экономическую динамику с развитием техники и технологий.

**Обзор существующих моделей**

К началу XX века уже были известны различные гипотезы и предположения о возможности существования многолетней периодичности в развитии общества, экономики и техники. Но только Н.Д. Кондратьеву в 20-х годах XX столетия удалось не только привлечь к этим вопросам внимание довольно широких кругов научной общественности, но и выделить те первые три длинных волны, которые легли в основу практически всех современных исследований в данной области. Его работы 1922 [1] и 1925 г. [2] фактически заложили фундамент как для того, чтобы идея существования 50-летних (или близких к ним) циклов была принята подавляющим большинством исследователей в этой области, так и для того, чтобы отсчет этих циклов вести с рубежа XVIII и XIX веков – эпохи первой промышленной революции. Без особого преувеличения можно также утверждать, что первая англоязычная публикация Н.Д. Кондратьева в 1935 г. [3] привлекла к теме длинных волн всемирное внимание и стимулировала многочисленные исследования в этой области, особенно после второй мировой войны (рис. 1).

Уже в 1939 г. австрийский и американский экономист Йозеф Шумпетер, известный к этому времени как автор многократно переиздававшейся с 1911 г. фундаментальной работы «Теория экономического развития» [5], в не менее фундаментальной работе, посвященной бизнес-

циклам [6], классифицируя все известные к тому времени циклические закономерности в экономике, вводит в научный оборот, наряду с циклами Китчина, Жюгляра и Кузнеца, такое понятие как «длинные волны Кондратьева». В дальнейшем ввиду необходимости частого упоминания данных волн в различных публикациях стали использоваться и различные сокращенные обозначения, из которых наиболее популярным является «К-волны».

В дальнейшем концепция К-волн была существенно дополнена моделями технологических метаморфоз в виде S-образных кривых, которые к 70-м годам XX века активно использовались для описания различных процессов роста и технологического прогнозирования [7]. В вышедшей в 1975 г. книге «Технологический пат» [8] (англоязычное издание вышло в 1979 г. [9]) немецкий экономист Герхард Менш впервые привязал возникновение основополагающих инноваций к К-волнам, показав, что эти события концентрируются в отрицательных фазах циклов Кондратьева: 1820-е, 1880-е и 1930-е гг. При этом в первой половине S-образных кривых рост в большинстве случаев может рассматриваться как экспоненциальный или близкий к нему.

В исследованиях динамики технического и технологического прогресса в последние десятилетия преобладающим является именно такой комбинированный подход: экспоненциальный и S-образный рост рассматривается с привязкой к различным фазам циклов Кондратьева. Характерным примером являются работы [10,11] и рис. 2, сформированный на основе одной из иллюстраций из данных работ.

В Советском Союзе исследования в области «длинных волн Кондратьева» с 30-х годов и почти до конца 80-х годов XX века относились к категории нежелательных. Ситуация в корне начала меняться с изданием в 1989 г. работы С.М. Меньшикова и Л.А. Клименко «Длинные волны в экономике. Когда общество меняет кожу» [12]. Вслед за этим, начиная с 1991 г., начинают переиздаваться труды Н.Д. Кондратьева [13,14] и появляться многочисленные русскоязычные публикации по результатам новых исследований в данной области.

Особо в этом контексте следует отметить работы С.Ю. Глазьева, в которых он, начиная со второй половины 80-х годов, разрабатывает концепцию технологических укладов [15-19], в определенной степени являющуюся развитием идей Герхарда Менша. На рис. 3 представлена предложенная С.Ю. Глазьевым концептуальная

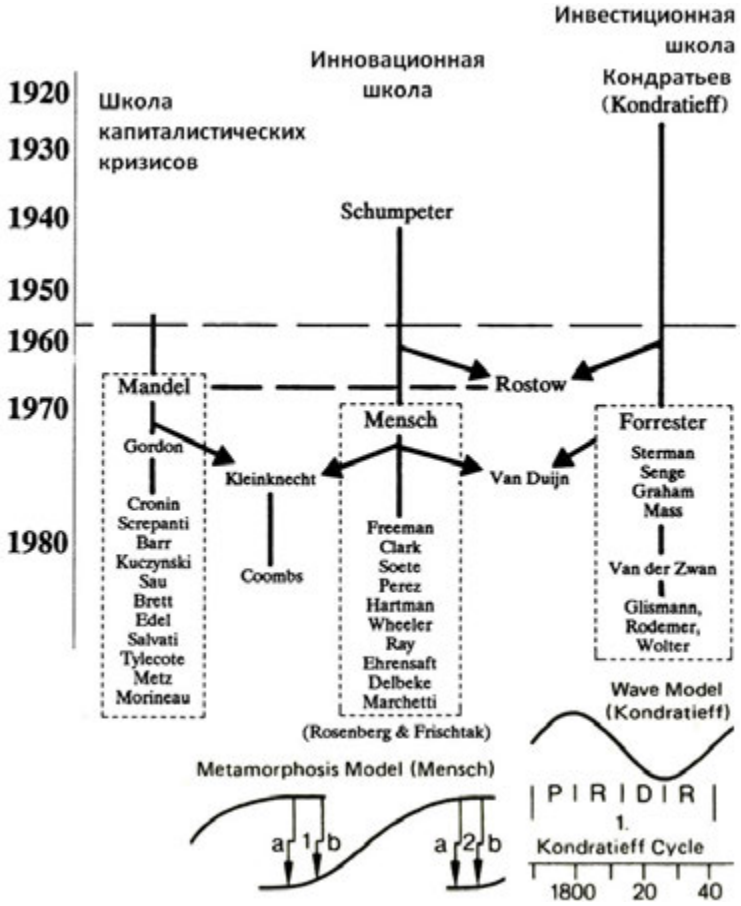



Рис. 1. Общая схема развития мировых исследований в области длинных волн в экономике и технике в XX веке (по материалам работы Дж. Гольдштайна [4])

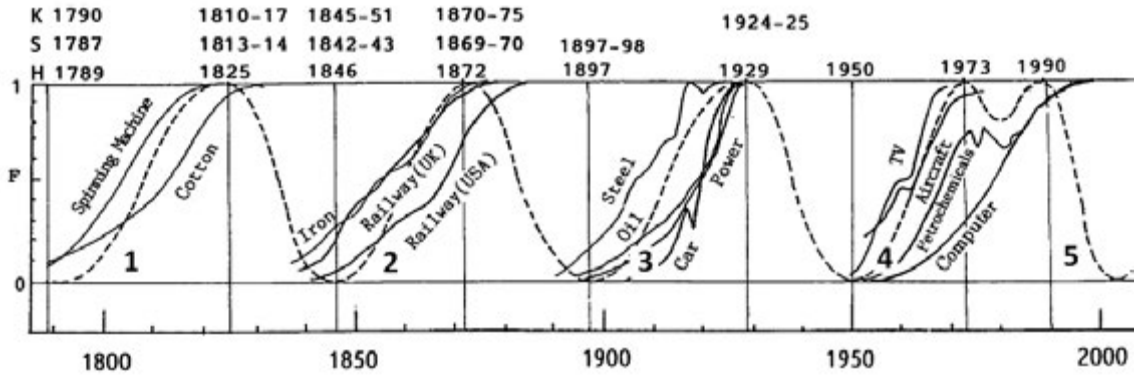



Рис. 2. Современный вариант традиционного представления циклов Кондратьева в сочетании с S-образными кривыми роста различных технологий (по материалам работы [10]). В верхней части представлены различные варианты привязки К-волн к конкретным датам: *K* – Кондратьева; *S* – Шумпетера; *H* – автора работы [10]

модель смены технологических укладов, которая в общем и целом довольно неплохо согласуется с основными положениями современной теории К-волн. Но вызывают определенные возражения те конкретные даты и периоды, к которым привязывается смена укладов. Так, например, период существования каждого из первых трех укладов определяется в 50 лет, двух последующих – в 40 лет, а начинающегося 6-го – только в 30 лет, что противоречит накопленным на сегодня данным об относительной стабильности К-волн. Многие процессы по мере научно-технического развития действительно существенно ускоряются, но речь может идти в первую очередь исключительно о процессах экспоненциального и S-образного роста. Длительность же периодов К-волн, хотя и может существенно колебаться в исследованиях различных авторов, но в целом не имеет тенденции к значительному постоянному увеличению или уменьшению.

Спорными являются и многие конкретные даты смены фаз в процессе развития технологических укладов. Например, совершенно не ясно, почему для эмбриональной фазы микроэлектронного уклада выбраны в качестве начального 1970-й г., а в качестве завершающего 1983 г. – ничего особо примечательного в области микроэлектроники именно в эти годы не происходило. Отсчет начала эмбриональной фазы в данном случае можно было бы вести либо с начала 60-х годов, когда начали выпускаться первые интегральные микросхемы, либо с 50-х годов, когда были отработаны все технологии, необходимые для перехода к цифровой микроэлектронике. Точно также не годится и 1983 г. в качестве даты перехода к фазе роста микроэлектроники. В качестве таких дат могли бы подойти, например, 1965-й г., когда Гордон Мур на основе анализа первых лет развития цифровых микроэлектронных технологий сформулировал первый вариант закона, названного позже его именем, о ежегодном удвоении количества элементов на кристалле, что действительно означало переход к фазе устойчивого роста микроэлектроники [20]. Отсчет фазы роста микроэлектроники можно вести также и с начала 90-х годов, когда появление графических операционных систем, веб-технологий и сотовой связи создали устойчивый по-

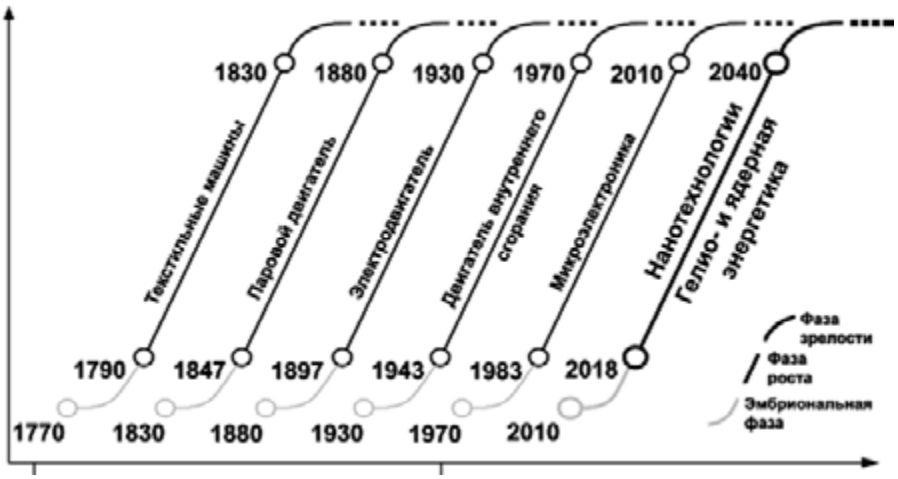



Рис. 3. Смена технологических укладов по С.Ю. Глазьеву [19]




Рис. 4. Диффузия инноваций в период подъемов циклов экономической активности Кондратьева (представлена в работах А. Акаева [21-23])

стоянно растущий спрос на действительно массовые тиражи изделий цифровой микроэлектроники. Аналогично и большинство других конкретных дат, представленных в данной модели, не выдерживают в большинстве случаев критики при детальном рассмотрении процессов развития соответствующих укладов. Естественно предположить, что выбор дат в данной модели особо и не предполагал привязки к конкретным знаковым событиям, а призван был продемонстрировать предполагаемое системное сокращение длительности как укладов в целом, так и отдельных их фаз.

Более детально и последовательно связь традиционно интерпретируемых циклов Кондратьева с экспоненциальным и S-образным технологическим ростом применительно к современной и предыдущей К-волне прослеживается в работах А. Акаева [21,22]. Вдохновителем этих исследований в определенной степени может считаться М. Хироока [10,11], который на основе обработки и анализа большого массива эмпирических данных выявил существование тесной корреляции нововведений и больших циклов Кондратьева и впервые подтвердил, что диффузия нововведений строго синхронизируется с повышательной волной кондратьевского цикла и достигает своего созревания в области наивысшего пика цикла. На рис. 4 представлена предложенная А. Акаевым модель диффузии инноваций в период подъемов 4-го и 5-го циклов экономической активности Кондратьева, впервые опубликованная им в 2008 г. в работе, соавтором которой является М. Хироока [23].

Недостатком описанных концептуальных моделей можно считать то, что в них не находит отражения достаточно отчетливо зафиксированный в последнее время факт нарастания амплитуды К-волн за период их наблюдения. Примером такого рода является проявления влияние волн Кондратьева в динамике изменения значений фондового индекса S&P 500 в период с 1819 по 2011 г.: нельзя не заметить постепенное нарастание размаха колебаний от цикла к циклу (рис. 5).

В последнее время изображение циклов Кондратьева в виде последовательности все более усиливающихся волн (типа представленных на рис. 6) встречается довольно часто. Открытыми пока остаются вопросы о том, насколько долговременной и устойчивой является тенденция к нарастанию амплитуды К-волн и приводит ли это нарастание размаха волн к каким-либо качественным изменениям.

В большинстве случаев для нумерации К-волн используется устоявшаяся нумерация, предложенная еще Н.Д. Кондратьевым на основе анализа первых трех циклов, начиная с эпохи первой промышленной революции на рубеже XVIII и XIX веков. В соответствии с этой нумерацией в настоящее время мы находимся в понижательной фазе 5-й волны. Но зачастую наблюдаются и иные подходы к нумерации и К-волн, и промышленных революций. Характерным примером является родившаяся в Германии в 2011 г. концепция четвертой индустриальной революции или «Индустрии 4.0» [25,26]. Анализ типичного представления последовательности 4-х индустриальных революций в рамках данной концепции (рис. 7) показывает, что фактически пропущенной является вторая К-волна (К2), пик которой приходится на середину XIX века. Объясняется этот феномен по-видимому, довольно просто: в Германии промышленная революция началась только к середине XIX века и ее первая волна, достаточно отчетливо проявившаяся в Англии и Франции, была просто пропущена. Поэтому, с точки зрения немецкой индустриальной истории, весь XIX век может быть представлен одной большой волной длительностью в столетие. Если в дальнейшем довольно продуктивная инициатива «Индустрии 4.0» останется преиму-




Рис. 5. Изменение фондового индекса S&P 500, публикуемого с 1957 г.
(в качестве базового периода для расчёта взяты 1941-1943 гг., с базовым значением 10).
Связь с соответствующими волнами Кондратьева прослеживается достаточно отчетливо [24, с. 9]

щественно немецким явлением, то путаницы в нумерации промышленных революций и соответствующих К-волн удастся избежать простым уточнением того факта, что речь идет исключительно о немецкой специфике индустриального развития.

Аналогично «отстающая нумерация» может быть применима и к другим промышленным регионам, которые начали индустриальное развитие с некоторым запозданием по сравнению с лидерами и пропустили одну или несколько первых К-волн. Например, применительно к Донбассу речь также может идти о четвертой индустриализации, т.к. его промышленное развитие началось только во второй половине XIX века [27]. Но каждый раз в таких случаях желательно уточнять, о какой по счету волне и какой промышленной революции идет речь в контексте их общей глобальной нумерации.

**Уточненная модель**

С учетом вышеизложенного, появляется необходимость и возможность существенного уточнения концептуальной модели К-волн и связанной с ней последовательности промышленных революций. Основой для разработки уточненной модели явилась концепция нооритмов, разрабатываемая автором с начала 90-х годов [28-32]. Суть концепции нооритмов в максимально сжатом виде может быть сведена к следующим утверждениям.

1. К-волны, наблюдаемые с рубежа XVIII-XIX веков, являются частным случаем экзогенных (скорее всего, космического, но пока невыясненного до конца происхождения) периодических процессов, подобных смене дня и ночи (циркадные ритмы), сезонов года (сезонные ритмы), а также циклам Чижевского, обусловленным периодичностью солнечной активности.

2. Подобно циркадным, сезонным и другим ритмам космического происхождения К-волны оказывают воздействие на человека через влияние на его нервную систему, в т.ч. оказывая очень слабые, но тотальные воздействия на динамику его эмоционального состояния и мыслительных процессов. Другими словами, воздействие на каждого отдельного человека и на общество происходит через определенное влияние на его умственную деятельность. Именно поэтому предложено использовать понятие нооритмы, т.е. «ритмы разума».

3. Различные проявления нооритмов (а значит – и К-волн) выявляются в той или иной фор-




Рис. 6. Концептуальное представление последовательности К-волн с нарастающей амплитудой: *ИКТ* – информационно-компьютерные технологии




Рис. 7. Характерное представление последовательности 4-х индустриальных революций в рамках немецкой концепции «Индустрия 4.0»

ме на всем протяжении человеческой истории как на индивидуальном, так и на цивилизационном уровне.

4. Длительность одного периода составляет ровно 50 лет (это наиболее странный, но многократно проверенный факт) при довольно значительной вариации прочих параметров нооритмов. В частности, амплитуда нооритмов довольно существенно изменяется в пределах 500-летних периодов, достигая максимумов на рубежах и в середине тысячелетий, и почти затухая в промежутках между ними. Такая синхронизация с календарной системой может также показаться весьма странной, но находит определенное объяснение в астроморфном генезисе современного календаря и космоантропной гипотезе [33-38].

5. Нарастание амплитуды колебаний в пределах 500-летних периодов является своеобразной «раскачкой» для очередного «квантового скачка» в развитии цивилизации. В частности, на рубеже XIV и XV веков на базе развития мореплавания и книгопечатания произошла первичная глобализация. А на рубеже 2-го и 3-го тысячелетий мы наблюдаем окончательную глобализацию цивилизации и ее переход в стадию ноосферы (по В.И. Вернадскому [39] и в современном понимании [30,40,41]) в основном на базе развития скоростного транспорта и Интернета.

Концептуальное представление предлагаемой уточненной модели К-волн, применительно к периоду промышленных революций, показано на рис. 8.

Основными отличиями уточненной модели К-волн от их классического понимания являются следующие.

1. Верхний полупериод волн соответствует повышательной фазе волны по Кондратьеву, а также аналогичен (но весьма условно!) дневному периоду в циркадных ритмах и летнему периоду в сезонных ритмах. Соответственно, нижний полупериод соответствует понижательной фазе волны по Кондратьеву, ночному и зимнему периоду.

2. Граничные даты полупериодов соответствуют традиционным для нооритмов значениям, эмпирически подобранным на базе анализа большого массива информации исторического характера [28-38]. Следует отметить, что эти даты в основном (с учетом неизбежной погрешности в датировании с учетом специфики конкретной исторической ситуации с привязкой ко времени и месту) совпадают с традиционной привязкой К-волн к шкале исторического времени.

3. Постепенное нарастание амплитуды К-волн после определенного затухания в XVII-XVIII веках делает достаточно заметным их проявление на рубеже XVIII и XIX веков, что находит свое выражение в нарастании темпов первой промышленной революции.

4. Нумерация промышленных революций в основном соответствует общепринятой, но по аналогии с нумерацией версий в компьютерных технологиях введены обозначения вида 1.0 и 1.5, что, например, при значении 1.5 означает реализацию второй фазы первой промышленной революции в положительном полупериоде второй К-волны.

5. При нарастании амплитуды все более ярко выраженные положительные полупериоды К-волн (по мере приближения к рубежу тысячелетий) получают дополнительные специфические наименования: НТР – научно-техническая революция 4-й К-волны (после второй мировой войны), ИКР – информационно-компьютерная революция 5-й (текущей) К-волны, НБНР – ноо-био-нано революция грядущей 6-й К-волны (в на-

стоящее время пока еще чаще используется аббревиатура НБИК – нано-био-инфо-когно, что соответствует названию инициативы, выдвинутой в 2001 г. под эгидой Национального научного фонда США).

6. Текущая 5-я волна индустриализации и соответствующая ей 3-я промышленная революция позволили поднять цивилизацию на качественно новый уровень, в первую очередь, благодаря тотальному распространению компьютерных систем, мобильной связи и Интернет, которые, по сути, обеспечили материальное воплощение концепции ноосферы.

7. К сожалению, надо быть готовым к тому, что завершающаяся в настоящее время положительная фаза 5-й полуволны не перерастет сразу же в положительную фазу 6-й К-волны, как многие почему-то надеются. Между ними предстоит пережить довольно сложный период отрицательной полуволны, своеобразным прологом которого являются нынешние кризисные явления. Но эти периоды неизбежны и необходимы для осмысления и испытания на прочность всего достигнутого ранее, а также – для стимулирования появления новых идей и запуска тех инновационных процессов, которые в полной мере будут реализованы и использованы на гребне 6-й волны.

На рис. 9 представлен также уточненный вариант концептуальной динамики развития и смены технологических укладов (исходный вариант С.Ю. Глазьева представлен на рис. 3), привязанной к модели К-волн, представленной на рис. 8.

Основными особенностями предлагаемой модели смены технологических укладов, по сравнению с исходным вариантом С.Ю. Глазьева, являются следующие.

1. Введена нумерация укладов (от 1 до 6), соответствующая нумерации К-волн.

2. В датах введено обозначение X, предполагающее возможную вариативность конкретного значения (в диапазоне от 0 до 9) и/или неопределенность и/или «размытость» конкретного значения в пределах соответствующего диапазона значений.

3. Начало эмбриональной фазы первой волны содержит два символа X, что означает отсутствие в XVIII веке достаточно уверенной конкретной даты и даже конкретного десятилетия, которые можно с достаточной степенью доказуемости считать началом нового промышленного уклада. Накопление потенциала будущей промышленной революции происходило относительно равномерно на протяжении почти всего столетия.

4. Фазы роста датированы исходя из предположения, что они приходятся преимущественно на положительный полупериод К-волн с возможными вариациями, обусловленными особенностями конкретного исторического периода.

5. Начало эмбриональных фаз каждого укла-

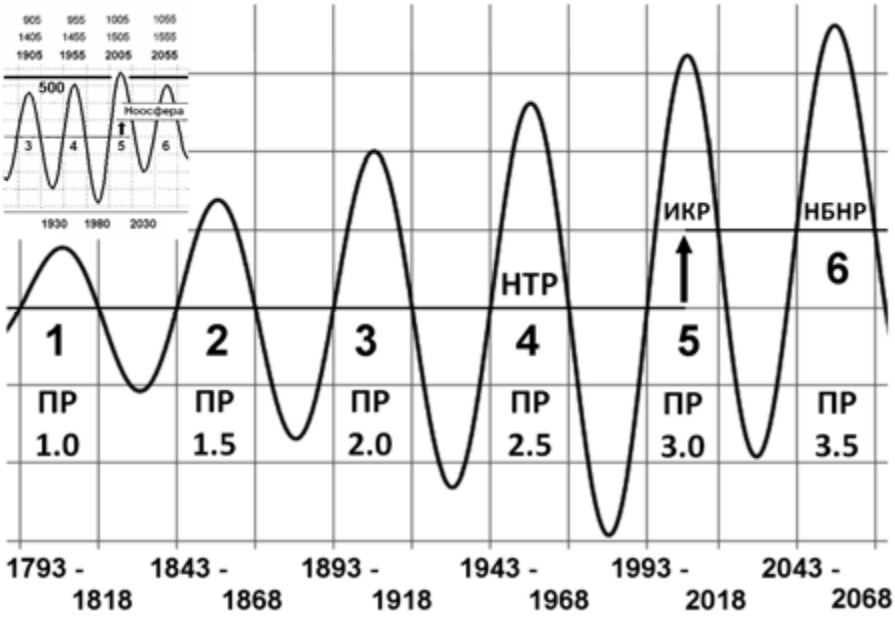



Рис. 8. Концептуальное представление динамики нооритмов как последовательности К-волн с возрастающей амплитудой – своеобразной «раскачкой», обеспечивающей качественный скачок на гребне 5-й волны. На врезке слева вверху представлен рисунок из работы 2009 г. [30], с иллюстрацией перехода цивилизации в стадию ноосферы:
*ПР* – промышленная революция; *НТР* – научно-техническая революция;
*ИКР* – информационно-компьютерная революция; *НБНР* – ноо-био-нано революция

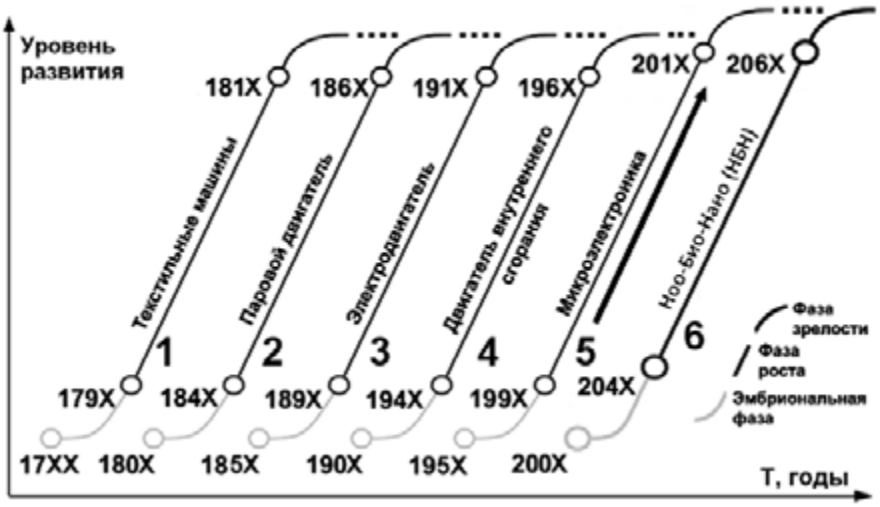



Рис. 9. Уточненный вариант концептуальной динамики развития и смены технологических укладов, привязанной к циклам Кондратьева и нооритмам

да (кроме самого первого) отнесено к десятилетию пика предыдущей К-волны, что во всех случаях полностью соответствует реальной ситуации зарождения нового уклада в недрах предыдущего: например, пригодные для широкого практического использования в автомобилях и других машинах двигатели внутреннего сгорания появились уже в первом десятилетии XX века, все необходимое для развития микроэлектроники и первые ее изделия появились уже в 50-е годы XX века, нанотехнологии стали доступны уже в первом десятилетии XXI века.

6. Фазы роста и зрелости 5-й и 6-й волн символически показаны несколько выше остальных, что символизирует переход на качественно новый уровень развития цивилизации.

7. Основное содержание 7-й волны обозначено как Ноо-Био-Нано (НБН), что в части нанотехнологий совпадает с исходным предположением С.Ю. Глазьева, но дополнено биосоставляющей, предполагающей не только новый этап «зеленой революции» и нанокомпьютерную революцию в медицине, но и, например, резкое увеличение в энергетическом обеспечении доли гелиоэнергетики, преимущественное использование которой характерно для основной массы живого вещества на планете. Еще одно дополнение в виде «ноо» означает преобладание компьютерной «разумной» составляющей как в техногенной среде («Интернет вещей» и пр.), так и в естественной биологической среде (через информационно-компьютерную нанореволюцию в медицине и, возможно, в сельском хозяйстве), а также символизирует вступление цивилизации в эпоху материального воплощения ноосферы.

Главное, что в настоящее время можно вполне обоснованно утверждать в отношении будущего, что оно все-таки не будет постиндустриальным в том смысле, в каком оно виделось в период кризисных явлений 70-х годов XX века [42] и предполагавшем ускоренную деиндустриализацию большинства передовых стран (что по сути и происходило затем в 90-е годы на постсоветском пространстве). Опыт прошедших с того времени десятилетий наглядно продемонстрировал, что для тех стран, которые планируют быть конкурентоспособными на мировой арене, индустриализация и ее активное продолжение являются абсолютно необходимыми условиями. Другое дело, что суть и формы индустриализации довольно быстро эволюционируют и на этапе третьей промышленной революции они могут выглядеть уже совершенно не так, как они выглядели 100-200 лет назад [43]. В настоящее время мы вступаем в эпоху нооэкономики и ноотехнологий [44,45], которые в перспективе выдвигают существенно новые требования к инженерам и инженерной подготовке. При этом вполне ожидаемым является дальнейшее повышение роли и значения созидательной инженерии в обществе будущего.

**Выводы**

Десятилетия накопления и осмысления информации в области длинных волн в экономике и технологическом развитии позволяют на сегодня выработать наиболее адекватные концептуальные модели мировой динамики в этой области. Уточненные варианты таких моделей представлены в данной работе. Они, естественно, не могут рассматриваться как окончательные и подлежат дальнейшему критическому анализу и уточнению. Но на сегодня именно они позволяют многое объяснить из того, что еще до конца не понято в событиях прошлого, и достаточно уверенно формировать прогнозы на будущее.

**Список литературы**


1. Кондратьев Н.Д. Мировое хозяйство и его конъюнктуры во время и после войны. – Вологда, 1922. – 258 с.
2. Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры / Вопросы конъюнктуры. – 1925. – Вып.1, Т.I. – С. 28-79.
3. Kondratieff N.D. Long Waves in Economic Life / The Review of Economics and Statistics. – 1935. – Vol.17, No.6. – P. 105-115.
4. Goldstein J.S. Long Cycles: Prosperity and War in the Modern Age. – New Haven: Yale University Press, 1988. – 433 p.
5. Шумпетер Й.А. Теория экономического развития. – М.: Прогресс, 1982. – 455 с.
6. Schumpeter J.A. Business Cycles. A Theoretical Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process. – New York, Toronto, London: McGraw-Hill Book Company, 1939. – 461 p.
7. Мартино Дж. Технологическое прогнозирование. Перевод с англ. – М.: Прогресс, 1977. – 592 с.
8. Mensch G. Das technologische Patt: Innovationen überwinden die Depression. – Frankfurt a.M., 1975. – 287 p.
9. Mensch G. Stalemate in technology: Innovations overcome the depression. – Cambridge, Massachuttes: Ballinger Publishing Company, 1979. – 241 p.
10. Hirooka M. Nonlinear dynamism of innovation and business cycles / The 9th conference of the International Joseph A. Schumpeter Society took place in Gainesville, Florida/USA from March 28-30, 2002. – P. 289-316.
11. Hirooka M. Innovation Dynamism and Economic Growth: A Nonlinear Perspective. – Edward Elgar Publishing, 2006. – 426 p.
12. Меньшиков С.М., Клименко Л.А. Длинные волны в экономике. Когда общество меняет кожу. – М.: Международные отношения, 1989. – 272 с.
13. Кондратьев Н.Д. Основные проблемы экономической статики и динамики: Предварительный эскиз. – М.: Наука, 1991. – 567 с.
14. Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. – М.: ЗАО «Изво «Экономика», 2002. – 767 с.
15. Львов Д.С., Глазьев С.Ю. Теоретические и прикладные аспекты управления НТП / Экономика и математические методы. – 1986. – №5. – С. 793-804.
16. Казанцев С.В., Тесля П.Н., Глазьев С.Ю. Длинные волны: научно-технический прогресс и социально-экономическое развитие. – Новосибирск: Наука, 1991. – 224 с.
17. Глазьев С.Ю., Харитонов В.В. Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике. – М.: Тровант, 2009. – 304 с.
18. Интеллектуальная экономика – технологические вызовы 21-го века / С.Ю. Глазьев, О. Сабден, А.Е. Арменский, Е.А. Наумов. – Алматы: Эксклюзив, 2009. – 340 с.
19. Глазьев С.Ю. Современная теория длинных волн в развитии экономики / Экономическая наука современной России. – 2012. – №2(57). – С. 8-27.
20. Moore G.E. Cramming more components onto integrated circuits / Electronics. – 1965. – Vol.38, No.8. – P. 114-117.
21. Акаев А.А. Математические основы инновационно-циклической теории экономического развития Шумпетера-Кондратьева / Вестник Института экономики РАН. – 2011. – №2. – С. 29-38.
22. Моделирование и прогнозирование мировой динамики / В.А. Садовничий, А.А. Акаев, А.В. Коротаев, С.Ю. Малков / Научный совет по Программе фунд. исслед. Президиума Российской академии наук «Экономика и социология знания». – М.: ИСПИ РАН, 2012. – С. 314-341 (Экономика и социология знания).
23. Akaev A.A., Hirooka M. A Mathematical Model for Long-Term Forecasting of the Dynamics of Innovative Economic Activity / Doklady Mathematics. – 2009. – Vol. 79, No.2. – P. 275-279.
24. The «green» Kondratieff – or why crises can be a good thing. – Frankfurt am Main: Allianz Global Investors GmbH, 2013. – 28 p.
25. Im Fokus: Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Bericht der Promotorengruppe Kommunikation. – Berlin: Forschungsunion, 2012. – 54 Z.
26. Аноприенко А.Я. Четыре концепции будущего: «Зеленый рост», «Индустрия 4.0», ноосинфраструктура и космоантропная перспектива / Донбасс-2020: Материалы VII науч.-практ. конф. Донецк, 20-23 мая 2014 г. – Донецк: ДонНТУ, 2014. – С. 6-11.
27. Аноприенко А.Я., Литвиненко В.С. Четвертая индустриализация Донбасса / Инновационные перспективы Донбасса: инфраструктурное и социально-экономическое развитие. Избранные материалы Межд. науч. форума Донецкой Народной Республики. Донецк, 20-22 мая 2015 г. // Под общ. ред. А.Я. Аноприенко, К.Н. Маренича, А.Л. Сотникова. – Донецк: Изд-во «Донецкая политехника», 2015. – С. 31-52.
28. Аноприенко А.Я. Концепция нооритмов и

ее мировоззренческое значение / Доклад на региональной научно-методической конференции «Гуманизация образования в техническом университете». [Электронный ресурс]. – Донецк: ДонГТУ. – 1994. – 3 с. – Режим доступа: http://ea.donntu.org/handle/123456789/29943
29. Аноприенко А.Я. Нооритмы: модели синхронизации человека и космоса. – Донецк: ООО «Технопарк ДонГТУ «УНИТЕХ», 2007. – 372 с.
30. Аноприенко А.Я. Цивилизация, ноосфера и нооритмы / Ноосфера и цивилизация. – 2009. – Вып.7(10). – С. 62-69.
31. Аноприенко А.Я. Нооритмы и время в информационную эпоху / «Время в зеркале науки». Специальный выпуск сб. науч. тр. «Гуманитарные студии». Ч.1. – К.: Центр учебной литературы, 2010. – С. 291-305.
32. Аноприенко А.Я. Нооритмы: комплексная эмпирическая модель ноосферной динамики / Межд. междисциплинарный симпозиум «Нанотехнология и ноосферология в контексте системного кризиса цивилизации». Сб. тезисов докладов. Симферополь-Ялта, 4-10 января, 2011 г. – С. 30-32.
33. Аноприенко А.Я. Эскиз нового мировоззрения / Доклад на региональной науч.-метод. конф. «Гуманизация образования в техническом университете». [Электронный ресурс]. – Донецк: ДонГТУ. – 1994. – 2 с. – Режим доступа: http://ea.donntu.org/handle/123456789/29944
34. Аноприенко А.Я. Компьютерное исследование феноменов астроморфного моделирования в контексте когнитивно-культурной эволюции / Науч. тр. Донец. гос. техн. ун-та. – Севастополь: Вебер, 2001. – Вып.29. – С. 327-345 (серия: Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем).
35. Аноприенко А.Я., Джура С.Г. В гармонии с космосом: традиции и артефакты космоэкологиии в истории цивилизации / В кн.: «Мудрость Дома Земля. О мировоззрении XXI века». Под ред. В.А. Зубакова. – Санкт-Петербург-Донецк, 2003. – С. 76-87.
36. Аноприенко А.Я. Классификация и эволюция астроморфных моделей как специфической категории моделирующих сред / Науч. тр. Донец. гос. техн. ун-та. – Донецк: ДонНТУ, 2005. – Вып.78. – С. 76-126 (серия: Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем).
37. Аноприенко А.Я., Джура С.Г. Инстинкт познания и космоантропный принцип / Доклад на VI международной научной конференции «Этика и наука будущего», Москва, 22-24 марта 2006 г. – 10 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ea.donntu.org/handle/123456789/29945
38. Аноприенко А.Я. Космоэкология и космоантропный принцип / Экогеософский альманах «Мудрость дома Земля»: О мировоззрении XXI века. Под ред. С.Г. Джуры, В.А. Янкиной и А.Б. Казанского. – Санкт-Петербург-Донецк, 2007. – С. 128-135.
39. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере / Успехи современной биологии. – 1944. – №18, Вып.2. – С. 113-120.
40. Моисеев Н.Н. Алгоритмы развития. – М.: Наука, 1987. – 304 с.
41. Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. – М.: Мол. гвардия, 1990. – 351 с.
42. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования. – М.: Academia, 1999. – 956 с.
43. Рифкин Дж. Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом. – М.: Альпина нон-фикшн, 2014. – 410 с.
44. Акаев А., Рудской А. Синергетический эффект NBIC-технологий и мировой экономический рост в первой половине XXI века / Экономическая политика. – 2014. – №2. – С. 25-46.
45. Акаев А. Экономика XXI века – это нооэкономика, экономика справедливости и разума / Партнерство цивилизаций. – 2013. – №3. – С. 110-141.

**Сведения об авторах**
**А.Я. Аноприенко**
SPIN-код: 4819-8590
Телефон: +380 (50) 677-72-70
Эл. почта: anoprien@gmail.com

*Статья поступила 01.03.2016 г.*
*© А.Я. Аноприенко, 2016*

УДК 662.7:552.57

**Л.Ф. Бутузова /д.х.н./, Ш.М. Шакир, В.О. Кулакова, В.А. Колбаса**
*ГВУЗ "Донецкий национальный технический университет" (Донецк)*

# ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ УГЛЕЙ И СОСТАВОМ ЭКСТРАКТОВ

*Проведено детальное сравнительное изучение выхода и состава экстрактов, а также продуктов полукоксования спекающихся (марка Ж) и неспекающихся (марка Д) углей Донбасса разных генетических типов по восстановленности с целью оценки возможности их рациональной энергохимической переработки. Выявлено наличие тесной корреляционной связи между выходом полукоксовой смолы и содержанием в экстракте алкилированных дифенилов, нафталина, фенантрена и их производных.*

***Ключевые слова**: полукоксовая смола, угольные экстракты, корреляция.*

Основной социально-экономической задачей, особенно актуальной для регионов, традиционно использующих в качестве энергоносителей угли, является разработка и внедрение технологий их комплексной энергохимической переработки. Это позволит снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду и увеличить степень использования топлива [1-5].

Самый большой в Украине Донецкий каменноугольный бассейн расположен в Донецкой, Луганской и Днепропетровской областях. Его разведанные ресурсы (до глубины 1200-1500 м) составляют: для каменного угля – 41,5 млрд. т, из них коксующегося – 12,8 млрд. т; для антрацитов – 6,3 млрд. т. Эксплуатируется 159 объектов (шахт, разрезов, участков) [2].

Количество серы в угле Донецкого бассейна колеблется в очень широких пределах – от 0,5 до 9,3 % масс. Залежи угля, содержание серы в которых превышает 2,5 % масс, в среднем составляют 70% и могут колебаться от 30 % (Красноармейский район) до 85 % (Лисичанский район).

Из 570 пластов угля, разрабатываемых в Донбассе, 26,4 % относятся к категории низкосернистых, 59,2 % – к категории сернистых и 14,4 % – высокосернистых. Из 238 пластов коксующегося угля 113 (47,5 %) имеют сернистость до 2,5 % и только 4 шахты из 74, добывающих коксующийся уголь, разрабатывают низкосернистые пласты.

Неизбежный в таких условиях рост потребления низкокачественных углей (НКУ) с высоким содержанием серы и балластных компонентов грозит увеличением и без того высокой экологической нагрузки на окружающую среду, поскольку при сжигании указанных топлив в атмосферу выделяется большое количество вредных продуктов. Выбросы в окружающую среду можно значительно сократить путем организации комплексного безотходного способа переработки.

В зависимости от температуры процесса термической переработки твердого топлива различают: низкотемпературный пиролиз или полукоксование и высокотемпературный пиролиз или коксование.

Существующие методы высокотемпературной термической переработки НКУ приводят к разрушению органической массы угля (ОМУ), не позволяя извлечь из нее ценные природные компоненты, которые отражают структуру исходного материала и могут расширить ассортимент рынка химической продукции углехимических производств.

Пожалуй, только в условиях полукоксования выход и состав продуктов существенно зависит от особенностей структуры ОМУ. По объему и разнообразию продукции, процесс полукоксования занимает одно из главных мест среди всех процессов комплексной переработки твердого топлива. Внедрение этого метода в Украине повысит значение твердого топлива, как сырья, для энергохимической переработки. Важно отметить, что сырьем для полукоксования может служить низкокачественный каменный уголь с высоким содержанием золы, серы, бурый уголь и горючие сланцы.

Для решения задачи оптимального использования энергохимического потенциала всего многообразия природных углей, необходимо установление четких закономерностей изменения технологических свойств углей, в частности, выхода и состава продуктов полукоксования в зависимости от их состава и структуры.

Разработанные до настоящего времени системы классификации и кодификации углей базируются на данных технического, элементного и петрографического анализов. Это ограничивает

их прогностическую силу, не позволяет однозначно оценить их пригодность для большинства методов нетопливного использования.

Классическим методом изучения химической структуры углей и продуктов их термической деструкции является анализ растворимых продуктов после предварительного разделения на фракции различной полярности, функциональности и молекулярных размеров. Разделение углей на составные части экстракцией позволяет перевести часть органической массы в растворимое состояние, удобное для дальнейшего исследования. Накоплен огромный экспериментальный материал о растворимости углей разной степени углефикации и об эффективности различных растворителей. В настоящее время возможности анализа химического состава угольных экстрактов сильно возросли [6-8].

Есть данные о том, что поведение углей при экстракции непосредственно связано с технологическими проблемами ожижения угля [9]. Помимо чисто научных целей, принцип разделения смолистых продуктов по растворимости лежит в основе промышленной переработки углей для получения горного воска, углещелочных реагентов, гуминовых удобрений и др. [10].

По мере увеличения степени углефикации углей разделение их на компоненты с помощью растворителей затрудняется из-за перехода соединений, составляющих органическое вещество, в нерастворимое состояние – более высокомолекулярные нейтральные вещества.

Процесс экстракции можно представить как растворение низкомолекулярных компонентов, расположенных в порах угольного вещества, и как наблюдаемое частичное разрушение донорно-акцепторных связей, существующих между макромолекулами ОМУ, и внедрение на их место молекул растворителя, т.е. разрушение надмолекулярной структуры [11].

Многие исследователи предполагают, что соединения, ответственные за процессы спекания и образования жидких продуктов, следует искать в составе угольных экстрактов.

О влиянии экстракции на пластические свойства углей известно давно. После экстракции полярными апротонными растворителями пластичность угля снижается. Ряд авторов в своих исследованиях высказывают мнение, что экстракция угля пиридином вообще лишает его пластических свойств. Дж. Ларсен [12] обосновал эффективность добавления хлороформного экстракта угля при термической деполимеризации угля в неводорододонорных растворителях, предполагая, что он служит донором или переносчиком водорода. Часть слабосвязанного, уловленного в микропорах угля материала входит в состав смолы низкотемпературной деструкции угля (до 500-550 °С). В этом случае природа и количество битума служат ключом к пониманию максимальной ожижаемости угля в пластическом состоянии.

Целью настоящей работы является установление корреляционных связей между параметрами, характеризующими состав экстрактов с одной стороны, а также выходом и составом продуктов полукоксования, с другой стороны.

В качестве объектов исследования использовали угли Донецкого бассейна низкой и средней стадии метаморфизма близкого петрографического состава, но разных генетических типов по восстановленности (тип *а* и *в*), которые отличаются по содержанию серы. Элементный и технический анализ углей представлен в табл. 1.

Технический, петрографический и элементный анализы образцов, включая серу общую ($S_t$), органическую ($S_o$), пиритную ($S_p$) и сульфатную ($S_{so4}$), определяли с помощью стандартных методов (ГОСТ 9414.3-93, 12113-94, 27314-91, 11022-95, 8606-93, 6382-91, 2408.1-95, 2408.3-95).

Полукоксование исходных образцов для получения и исследования полукоксовой смолы выполняли в стандартных условиях согласно ГОСТ 3168-93 (ИСО 647-74).

Удаление пирогенетической воды осуществлялось методом Дина и Старка. Сущность метода состоит в образовании азеотропа, состоящего из воды и растворителя, который отгоняется в насадку Дина и Старка, а после охлаждения происходят расслоения воды и растворителя. Содержание первичной смолы полукоксования определяется как разность между массой полученного конденсата и пирогенетической воды. Выход полукокса определялся весовым методом.

Угли экстрагировали дихлорметаном при температуре 75 °С и давлении 50 бар.

Растворитель упаривали в аппарате Zymark Turbo Vap 500. Затем смесью н-гексана и дихлорметана (80:1) осаждали асфальтены и отделяли их методом центрифугирования.

Разделение растворимых в н-гексане веществ на фракции насыщенных, ароматических и полярных гетеросоединений проводили с использованием жидкостной хроматографии среднего давления [13].

Фракции насыщенных и ароматических углеводородов анализировали на газовом хроматографе, снабженном кварцевой капиллярной колонкой длиной 25 м, диаметром 0,25 мм, наполненной стационарной фазой ДВ-1. Газовый хроматограф непосредственно соединялся с масс-спектрометром Finnigan MAT GCQ с ионной

ловушкой. Температура в печи изменялась в программированном режиме от 70 до 300 °С со скоростью 4 °С/мин с изотермической выдержкой в течение 15 мин. В качестве газа-носителя использовался гелий. Потенциал ионизации образца в масс-спектрометре достигал 70 эв при времени сканирования 0,7 сек. Данные были обработаны с помощью базы данных Finnigan. Идентификация отдельных компонентов производилась по их времени удерживания на хроматограмме и путем сравнения масс-спектров с литературными данными. Относительное процентное содержание и абсолютные концентрации соединений в насыщенной и ароматической фракциях были рассчитаны по площадям пиков газовых хроматограмм с использованием внут-

Табл. 1. Характеристика исследуемых образцов

| № п.п. | Марка угля | Шахта, пласт | Тип | Технический анализ, вес. % | | | | | | | Элементный анализ, *daf*, вес.% | | | | Петрографический состав, % об. | | | | | *H/C*, ат. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $W^a$ | $A^d$ | $V^{daf}$ | *Y*, мм | $S_t^d$ | $S_{so4}{}^d$ | $S_p{}^d$ | C | H | O+N | $S_o$ | *Vt* | *L* | *I* | Карбо-пирит, %об. | $R^0_m$, % | |
| 1 | Д | Челюскинцев, $l_4$ | *а* | 0,8 | 2,4 | 35,6 | – | 2,17 | 0,04 | 0,11 | 79,3 | 4,94 | 13,7 | 2,02 | 87 | 8 | 5 | 5 | 0,71 | 0,75 |
| 2 | Д | Трудовская, $l_4$ | *а* | 1 | 1,6 | 37,3 | – | 1,05 | 0,01 | 0,08 | 78,4 | 4,95 | 15,8 | 0,96 | 86 | 5 | 9 | 6 | 0,55 | 0,76 |
| 3 | Ж | Гагарина, $m^3$ | *а* | 1,2 | 3,7 | 28,7 | 22 | 0,7 | 0,06 | 0,03 | 87,4 | 5,1 | 6,9 | 0,6 | 85 | 3 | 12 | 1 | 1,18 | 0,7 |
| 4 | Ж | Засядько, $l_4$ | *а* | 1,4 | 2,6 | 31,7 | 16 | 1,09 | 0,01 | 0,24 | 87,8 | 5,16 | 7 | 0,8 | 89 | 6 | 5 | 0 | 1,01 | 0,69 |
| $1^1$ | Д | Украина, $k_8$ | *в* | 1,5 | 9,9 | 41,8 | – | 2,87 | 0,11 | 0,8 | 77,9 | 5,3 | 14,6 | 2,17 | 83 | 6 | 11 | 50 | 0,57 | 0,82 |
| $2^1$ | Д | Трудовская, $k_8$ | *в* | 0,9 | 4,6 | 46,2 | – | 5,85 | 0,05 | 0,71 | 76,1 | 5,43 | 13,7 | 5,33 | 80 | 8 | 12 | 54 | 0,49 | 0,86 |
| $3^1$ | Ж | Гагарина, $m^0_4$ | *в* | 0,8 | 12,2 | 35,6 | 32 | 3,75 | 0,05 | 2,41 | 83,6 | 4,9 | 10 | 1,3 | 87 | 3 | 10 | 82 | 0,96 | 0,71 |
| $4^1$ | Ж | Засядько, $l_4$ | *в* | 0,8 | 2,7 | 31,7 | 27 | 2,81 | 0,02 | 1,14 | 87,3 | 5,23 | 7,2 | 1,7 | 83 | 3 | 14 | 56 | 0,96 | 0,7 |

**Примечание:** обозначения в таблице приведены согласно ГОСТ 27313-95 (ИСО 1170:1977): $W^a$ – влага аналитической пробы; $A^d$ – зольность на сухое состояние; $V^{daf}$ – выход летучих веществ на сухое беззольное состояние; *Y* – толщина пластического слоя, мм; *Vt* – витринит; *L* – липтинит; *I* – инертинит; $R^0_m$ – показатель отражения витринита; *H*/*C* – атомное отношение водорода к углероду, ат.

Табл. 2. Выход и состав экстрактов, полученных из исследованных углей

| № п.п. | Марка угля | Тип | Шахта, пласт | Выход экстракта $CH_2Cl_2$, мг/г $C_o$ | $C_0$, вес. % | Содержание асфальтенов, % | Содержание ароматических углеводородов, % | Содержание алифатических углеводородов, % | N+S+O, % | $S_o{}^{daf}/C^{daf}$, ат. | $H^{daf}/C^{daf}$, ат. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Д | *а* | Челюскинцев, $l_4$ | 10,8 | 76,7 | 59 | 19 | 5 | 21 | 0,0098 | 0,75 |
| 2 | Д | *а* | Трудовская, $l_4$ | 10,54 | 76,3 | 53 | 12 | 4 | 26 | 0,0041 | 0,76 |
| 3 | Ж | *а* | Гагарина, $m^3$ | 1,88 | 87,8 | 59 | 15 | 13 | 9 | 0,0036 | 0,7 |
| 4 | Ж | *а* | Засядько, $l_4$ | 2,08 | 87,4 | 68 | 17 | 6 | 14 | 0,0026 | 0,69 |
| $1^1$ | Д | *в* | Украина, $k_8$ | 13,54 | 71,9 | 36 | 24 | 5 | 30 | 0,0105 | 0,82 |
| $2^1$ | Д | *в* | Трудовская, $k_8$ | 15,77 | 69 | 37 | 15 | 6 | 31 | 0,026 | 0,86 |
| $3^1$ | Ж | *в* | Гагарина, $m^0_4$ | 2,43 | 87,3 | 53 | 30 | 11 | 12 | 0,0071 | 0,71 |
| $4^1$ | Ж | *в* | Засядько, $l_4$ | 2,94 | 83,6 | 64 | 25 | 6 | 14 | 0,0058 | 0,7 |

Табл. 3. Выход продуктов полукоксования углей, % daf

| № п.п. | Шахта, пласт | Тип | Полукокс | $H_2O$ | Смолы | Газ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Челюскинцев, $l_4$ | *а* | 63,5 | 13,6 | 6,7 | 16,2 |
| 2 | Трудовская, $l_4$ | *а* | 64,8 | 17,5 | 9 | 8,7 |
| 3 | Гагарина, $m^3$ | *а* | 84,4 | 2,3 | 5,3 | 8 |
| 4 | Засядько, $l_4$ | *а* | 82,7 | 3,2 | 5,9 | 8,2 |
| $1^1$ | Украина, $k_8$ | *в* | 62,5 | 11,3 | 12,9 | 13,3 |
| $2^1$ | Трудовская, $k_8$ | *в* | 62,1 | 10,7 | 14,3 | 12,9 |
| $3^1$ | Гагарина, $m^0_4$ | *в* | 71,8 | 1 | 4,7 | 22,5 |
| $4^1$ | Засядько, $k_8$ | *в* | 71,7 | 1,5 | 6,1 | 20,7 |

Табл. 4. Концентрации компонентов в алифатической и ароматической фракциях экстрактов (мг/г $C^{daf}$) и их соотношение для углей марок Д и Ж

| Идентифицированные соединения | Марка угля | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Д | | | | Ж | | | |
| | 1 | 2 | $1^1$ | $2^1$ | 3 | 4 | $3^1$ | $4^1$ |
| Сумма н-Алканы | 60,6 | 27,93 | 36,54 | 73,36 | 8,95 | 4,60 | 8,58 | 8,89 |
| $n\text{-}C_{15\text{-}19}$ / $C_{15\text{-}35}$ | 0,12 | 0,11 | 0,09 | 0,19 | 0,32 | 0,67 | 0,43 | 0,5 |
| $n\text{-}C_{21\text{-}25}$ / $n\text{-}C_{15\text{-}35}$ | 0,27 | 0,24 | 0,2 | 0,16 | 0,38 | 0,14 | 0,31 | 0,21 |
| $n\text{-}C_{27\text{-}31}$ / $n\text{-}C_{15\text{-}35}$ | 0,42 | 0,48 | 0,5 | 0,43 | 0,15 | 0,1 | 0,13 | 0,17 |
| Пристаны / $n\text{-}C_{17}$ | 5,58 | 6,82 | 6,4 | 2,34 | 0,88 | 0,9 | 0,71 | 0,7 |
| Фитаны / $n\text{-}C_{18}$ | 1,1 | 1,41 | 1,71 | 0,93 | 0,4 | 0,78 | 0,57 | 0,82 |
| Пристаны / Фитаны | 5,64 | 5,45 | 4,24 | 2,99 | 2,73 | 2,12 | 1,78 | 1,46 |
| $C_{27}$ Стераны | 0,92 | 0,58 | 5,73 | 10,36 | 0,1 | 0,09 | 0,75 | 0,41 |
| $C_{28}$ Стераны | 0,73 | 0,44 | 3,76 | 7,53 | 0,09 | 0,05 | 0,35 | 0,11 |
| $C_{29}$ Стераны | 3,28 | 2,47 | 5,81 | 17,19 | 0,23 | 0,21 | 1,2 | 0,76 |
| Диастераны | 1,36 | 0,75 | 5,73 | 13,35 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4α Метилстераны | 2,9 | 1,26 | 0,64 | 7,34 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| αв Гопаны | 26,93 | 16,93 | 25,57 | 69,23 | 0,57 | 0,47 | 1,85 | 1,24 |
| вα Гопаны | 10,46 | 7,23 | 8,17 | 27,54 | 0,22 | 0,09 | 0,7 | 0,56 |
| Гопаны | 37,8 | 24,52 | 34,22 | 97,16 | 0,79 | 0,56 | 2,55 | 1,8 |
| Стераны / Гопаны | 0,24 | 0,22 | 0,63 | 0,57 | 0,54 | 0,4 | 0,65 | 1,06 |
| Дитерпеноиды насыщенные | 3,87 | 4,76 | 4,87 | 8,04 | 0,53 | 0,23 | 0,42 | 0,17 |
| Дитерпеноиды ароматические | 8,88 | 17,24 | 26,94 | 29,34 | 2,12 | 1,41 | 1,61 | 2,77 |
| Дитерпеноиды (Насыщ.+Аром.) | 12,75 | 22 | 31,81 | 37,38 | 2,64 | 1,63 | 2,03 | 2,95 |
| Насыщ.-/Аром.-Дитерпеноиды | 0,44 | 0,28 | 0,18 | 0,27 | 0,25 | 0,16 | 0,26 | 0,06 |
| Три (Три+Моно) Аром. Стероиды | 0,55 | 0,61 | 0,64 | 0,47 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Нафталин | 1,6 | 1,34 | 4,26 | 1,17 | 0,15 | 1,27 | 0,22 | 0,4 |
| Метилнафталины | 18,39 | 15,08 | 33,25 | 11,22 | 4,9 | 6,97 | 2,62 | 12,53 |
| Диметилнафталины | 45,25 | 45,82 | 67,23 | 39,91 | 16,2 | 24,95 | 13,08 | 37,63 |
| Триметилнафталины | 50,89 | 29,7 | 65,84 | 64,55 | 8,82 | 17,35 | 6,71 | 27,22 |
| Алкилированный нафталин | 114,53 | 90,6 | 166,32 | 115,68 | 29,92 | 49,27 | 22,41 | 77,38 |
| Нафталин+алкилированный наф. | 116,13 | 91,94 | 170,58 | 116,85 | 30,07 | 50,54 | 22,63 | 77,78 |
| Фенантрен | 11,1 | 15,69 | 35,82 | 14,93 | 2,12 | 4,22 | 0,94 | 6,79 |
| Метилфенантрен | 29,02 | 28,67 | 64,26 | 46,09 | 8,19 | 11,09 | 3,89 | 13,35 |
| Фенантрен+метилфенантрен | 40,12 | 44,36 | 100,08 | 61,02 | 10,31 | 15,31 | 4,83 | 20,14 |
| Метилдифенилы | 6,4 | 8,61 | 14,45 | 16,25 | 1,17 | 4,66 | 0,76 | 4,58 |
| Диметилдифенилы | 21,17 | 20,37 | 31,85 | 45,18 | 3,85 | 13,43 | 4,23 | 12,85 |
| Триметилдифенилы | 17,04 | 18,9 | 40,68 | 55,45 | 11,35 | 19,46 | 13,55 | 21,54 |
| Алкилированные дифенилы | 44,61 | 47,88 | 86,98 | 116,88 | 16,37 | 37,55 | 18,54 | 38,97 |
| Дибензофуран | 4,71 | 5,03 | 16,03 | 14,74 | 1,83 | 1,92 | 2,23 | 3,89 |
| Дибензотиофен | 6,77 | 9,09 | 17,91 | 20,34 | 0,83 | 1,01 | 0,94 | 4,95 |
| Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) (+Алкил.) | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,64 | 7,91 | 4,49 | 20 |

ренних стандартов. Концентрации были отнесены к содержанию углерода $C^{daf}$ в образцах.

Как видно из табл. 2, структурно-групповой состав экстрактов представлен суммой веществ, растворимых в гексане (мальтены) и не растворимых в гексане, но растворимых в толуоле (асфальтены).

Для экстрактов, полученных из углей восстановленного типа, характерно более высокое содержание полярных гетеросоединений, а также ароматических углеводородов, что может быть связано с их способностью формировать спекшиеся полукоксы и коксы.

Выход дихлорметанового экстракта из углей типа *в* выше, чем из углей типа *а*, что свидетельствует о повышенной растворимости восстановленных образцов.

Основной частью экстрактов исследуемых углей являются асфальтены (36-68 %) – чрезвычайно реакционноспособные компоненты. Количество асфальтенов снижается в ряду углефикации и значительно выше для углей слабовосстановленного типа. Считается, что основная часть асфальтенов переходит в состав «первичной» смолы вместе с наиболее крупными отщепленными фрагментами макромолекулы угля. Несомненно, выделяясь на первых стадиях термического разложения, асфальтены играют важную роль в процессах формирования структуры полукокса и кокса. С другой стороны, если асфальтены сохранились в неизмененном состоянии, то они несут важнейшую информацию о процессе образования твердого топлива и, вероятно, состоят из остатков лигнина, липидов и смол с примесью продуктов метаболизма бактерий.

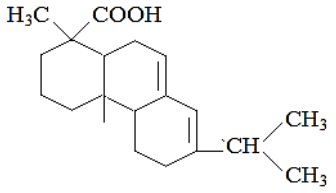
В табл. 3 показаны результаты полукоксования исследуемых углей. Как видно из таблицы, выход парогазовых продуктов из углей типа *в* существенно выше, чем из изометаморфных углей типа *а* (для жирных углей примерно в 2 раза), а выход остальных продуктов ниже. Выход пирогенетической воды выше для углей с более высоким содержанием кислорода и, соответственно, кислых групп. Отмечено, что угли, показывающие больший выход первичного дегтя, отличаются также и повышенной растворимостью в дихлорметане.

Результаты газо-хромато-масс-спектрометрического анализа алифатических и ароматических фракций экстрактов исследуемых углей представлены в табл. 4. Полученные данные свидетельствуют о существенных количественных различиях в составе компонентов, извлеченных из восстановленных и слабовосстановленных углей. Эти различия касаются, прежде всего, кислород- и серосодержащих соединений. В экстрактах восстановленных углей абсолютное содержание дибензотиофена (0,94-20,34 мг/г $C^{daf}$) значительно выше по сравнению со слабовосстановленными (0,83-9,09 мг/г $C^{daf}$), также как и содержание кислородсодержащего дибензофурана.

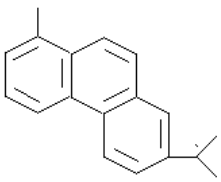
В экстрактах низкометаморфизованных углей высокое содержание алканов. Кроме того, экстракты указанных углей, также как экстракты растений, содержат биомаркеры (стераны и гопаны). Образование углеводородов ряда гопана происходило на стадии диагенеза органического вещества и продуцировалось рядом бактерий. Следовательно, их наличие в экстрактах свидетельствует о широко протекавших микробиологических процессах. Стераны являются важнейшими представителями углеводородов каустобиолитов, которые сохраняют структуру исходных природных соединений.

Дитерпеноиды или кислородные производные дитерпенов $(C_5H_8)_4$ являются обычными компонентами высших растений. Они представляют собой вязкие масла, кипящие при температуре выше 300 °С и входящие в состав нелетучей части смолы. Дитерпены имеют преимущественно циклическую структуру из двух или трех колец.

Анализируя состав экстрактов, можно предположить, что двухкольчатые дитерпены типа кадиена $C_{15}H_{24}$ и элемола $C_{15}H_{26}O$ являются одним из источников нафталина и его производных. Такие дитерпены, как левопимаровая, абиетиновая и другие смоляные кислоты являются источником фенантренов. К примеру, доказано получение ароматического углеводорода ретена из абиетиновой кислоты канифоли:



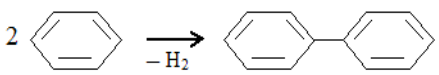

Абиетиновая кислота

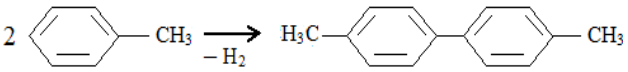


Ретен

Действительно, преобладающими компонентами в алифатической и ароматической фракциях экстрактов являются нафталин и его производные, на втором месте находятся алкилированные дифенилы, фенантрены.

Образование дифенила и его производных можно представить следующими реакциями:



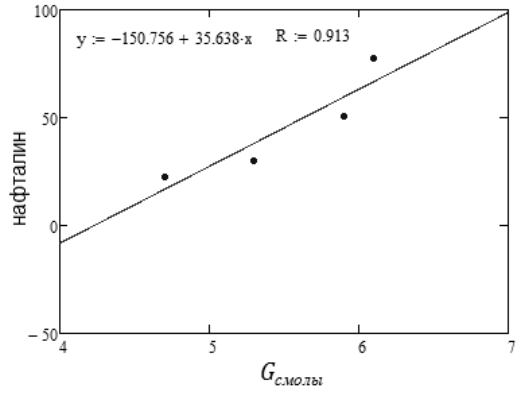



Источником бензольных углеводородов, по-видимому, является лигнин. Как известно, дифенильные связи составляют в лигнине примерно 25 % связей между ароматическими ядрами. Это прочные негидролизуемые связи [13].

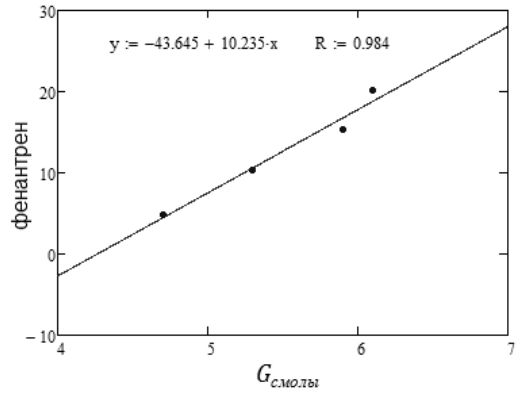
Основываясь на полученных данных, был выполнен корреляционный анализ с целью выявления зависимости между выходом полукоксовой смолы и количеством отдельных компонентов в экстрактах.

Полученные в программе MathCAD графические зависимости представлены на рис. 1-3.

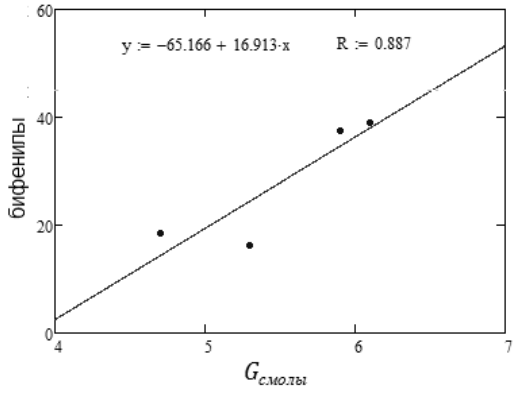
Из рис. 1 следует, что существует тесная корреляционная связь между выходом полукоксовой смолы и содержанием нафталина и его гомологов в экстрактах жирного угля ($k$=0,91). Коэффициент корреляции между выходом смолы и количеством фенантрена и его производных составляет $k$=0,98. Менее тесная корреляционная связь наблюдается между выходом смолы и содержанием в указанном экстракте алкилиро-




а

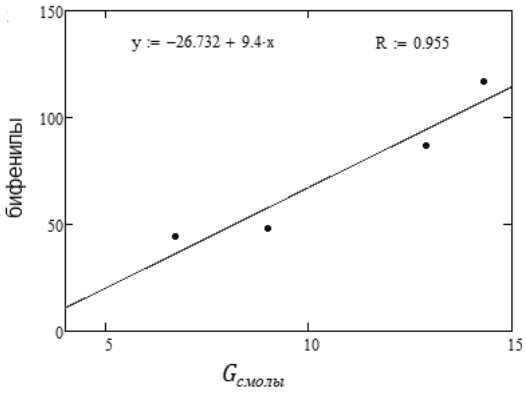



б

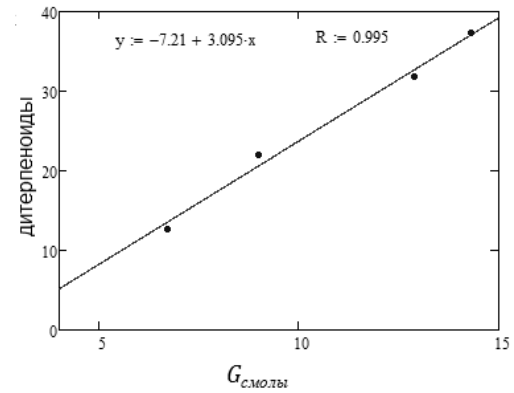



в

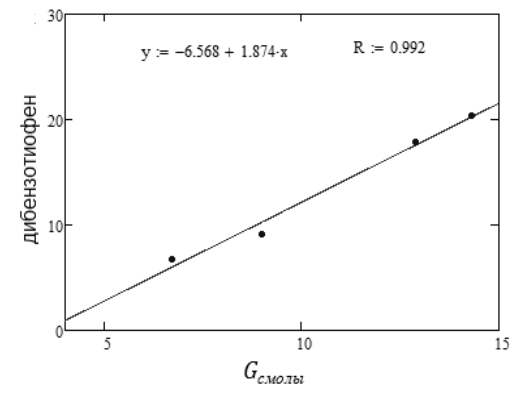
Рис. 1. Зависимость между выходом полукоксовой смолы и содержанием следующих компонентов в экстрактах углей марки Ж:
*а* – нафталин и его производные;
*б* – фенантрен и его производные;
*в* – алкилированные бифенилы




а

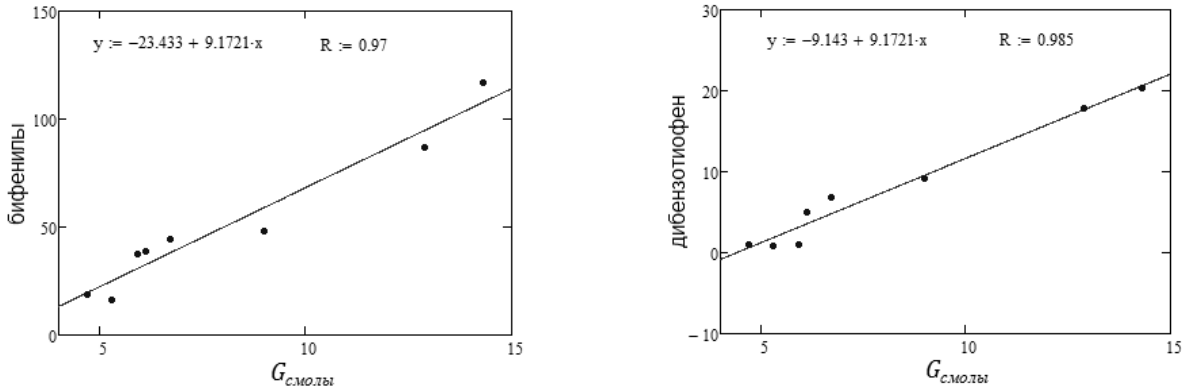



б




в

Рис. 2. Зависимость между выходом полукоксовой смолы и содержанием следующих компонентов в экстрактах углей марки Д:
*а* – алкилированные бифенилы;
*б* – дитерпеноиды; *в* – дибензотиофен




а б

Рис. 3. Зависимость между выходом полукоксовой смолы и содержанием компонентов экстрактов для углей марок Ж и Д: *а* – бифенилы; *б* – дибензотиофен

ванных дифенилов ($k$=0,88).

Для экстрактов длиннопламенного угля обнаружена хорошая корреляция между выходом первичного дегтя и количеством алкилированных бифенилов, дитерпеноидов и дибензотиофена в экстракте.

Следовательно, технологические свойства молодых углей могут быть оценены, прежде всего, исходя из закономерностей распределения н-алкановых и изопреноидных углеводородов, которые определяют глубину превращения органических веществ углей в процессе метаморфизма, а свойства спекающихся углей средней стадии углефикации связаны с содержанием ароматических углеводородов.

Алкилированные дифенилы и серосодержащие дибензотиофены коррелируют с выходом первичного дегтя независимо от стадии метаморфизма угля (рис. 3). Высокое значение коэффициента корреляции (0,97-0,98) свидетельствует о важности и общем характере этих характеристик, что позволяет предложить их в качестве показателей для оценки технологических свойств углей.

**Выводы**

Данные о выходе и составе экстрактов, а также продуктов полукоксования спекающихся (марка Ж) и неспекающихся (марка Д) углей Донбасса разных генетических типов по восстановленности использованы для установления математико-статистических зависимостей между выходом первичного дегтя, с одной стороны, и долевым участием отдельных компонентов в экстрактах – с другой.

Установлено, что технологические свойства молодых углей могут быть оценены по содержанию н-алкановых и изопреноидных углеводородов в экстрактах. Количество нафталинов, фенантренов, бифенилов в экстрактах спекающихся углей коррелирует с выходом жидких продуктов полукоксования. Эти данные могут использоваться в качестве показателей для оценки технологических свойств твердых горючих ископаемых, для выработки критериев оптимизации сырьевой базы при разработке технологий энергохимической переработки углей с целью интенсификации таких производств.

**Список литературы**

1. Трушина Г.С., Щипачев М.С. Значение угольной промышленности в развитии мировой энергетики / Уголь. – 2011. – №10. – С. 40-42.
2. Люта Н.Г., Поліновський В.В., Саніна І.В. Напрямки інформатизації оцінок екологічного стану геологічного середовища територій вугледобувних регіонів / Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2007. – №1. – С. 104-113.
3. Огаренко Ю. Проблеми вугільної промисловості України та викиди парникових газів від видобутку й споживання вугілля. – К: Нац. еколог. центр України, 2010. – 51 с.
4. Михайлов В.А. Горючі корисні копалини України. – К.: КНТ, 2009. – 377 с.
5. Слупський Б.В. Екологічна безпека як складова енергетичної безпеки: дії міжнародної спільноти й України / Стратегічні пріоритети. – 2009. – №2(11). – С. 33-39.
6. Лазаров Л., Ангелова Г. Структура и реакции углей. – София: Изд-во Болгар. акад. наук, 1990. – 232 с.
7. Angelowa G. Untersuchung der chemischen Struktur von Steinkohlen durch thermische und chemische Behandlung / Freiberger Forschungshefte. – 1974. – No.540. – P. 93-120.
8. Marzec A., Sobkowiak M. Chemical structure of coal and mechanism of ist extraction / Erdol

und Kohle-Erdgas Petrochemie. – 1981. – Vol.34, No.1. – P. 38-43.
9. Кузнецов Б.Н. Новые подходы в химической переработке ископаемых углей / Соросовский образовательный журнал. – 1996. – №6. – С. 50-57.
10. Исследование сверхкритической экстракции каменных углей Тувы / Ш.Н. Солдуп, В.И. Котельников, Ю.Ф. Патраков и др. // Горение твердого топлива: материалы VIII всерос. конф. с межд. участием. – 2012. – С. 95-96.
11. Larsen J.W., Kovac J. Chemical structure of coals / Organic Chemistry of Coal. – 1978. – Vol.71. – P. 36-39.
12. Bechtel A., Butuzova L., Turchanina O. Thermochemical and geochemical characteristics of sulphur coals / Fuel Processing Technology. – 2002. – P. 45-52.
13. Камнева А.И. Химия горючих ископаемых. – М.: Химия, 1974. – 272 с.

**L.F. Butuzova /Dr. Sci. (Chem.)/, Sh.M. Shakir, V.O. Kulakova, V.A. Kolbasa**
*Donetsk National Technical University (Donetsk)*

## POSSIBILITIES OF COAL TECHNOLOGICAL PROPERTIES ASSESSMENT BY THE EXTRACTS COMPOSITION

***Background.*** *About 70 % of coal beds in Donetsk coalfield are composed of coal containing 2.5 % of sulphur mass. The growth of sulphur coal consumption, which is inevitable under such circumstances, requires the establishment of quality levels that allow assessing the direction of their most rational usage. The given research is carried out aiming at the establishment of correlations between parameters characterizing the composition of extracts, on the one hand, and the output and the content of low carbonization products, on the other hand.*
***Materials and/or methods.*** *The research is based on the assumption of coal as a two-phase system (Marzhets model) whose mobile phase can be extracted, i.e. to convert into the most appropriate for the research form. There are data justifying that coal behavior during the extraction is directly related with the technological issues of coal processing. A unique collection consisting of four pairs of coal of low and medium metamorphism degree of various genetic types in terms of their restoration has been compiled for the research. The coal has been extracted by means of dichloromethane at the temperature of 75 ºC and the pressure of 50 bar, after that it has been divided into fractions and investigated by means of liquid chromatography of medium pressure and gas chromatography-mass spectrometry.*
***Results.*** *The detailed, comparative study of the output and the extracts composition as well as low carbonization products of the coal under analysis has been carried out aiming at the assessment of the possibility of their efficient energy and chemical recycling. Close correlation between the coal tar output and the content of alkylated biphenyls, naphthalene, phenanthrene and their by-products in the extract has been derived.*
***Conclusion.*** *The data gained have been used to establish mathematical-statistical relations between the primary coal tar output, on the one hand, and the partial participation of definite components in the extracts, on the other hand.*

***Keywords****: low carbonization tar, coal extracts, correlation.*

**Сведения об авторах**

**Л.Ф. Бутузова**
SPIN-код: 7391-2663
Orcid ID: 0000-0002-4232-3057
Author ID: 7004736806
Телефон: +380 (50) 921-38-51
Эл. почта: ludmila.lfb@yandex.ru

**В.О. Кулакова**
Телефон: +380 (95) 911-50-42
Эл. почта: grekalo-kul@yandex.ua

**Ш.М. Шакир**
Эл. почта: eng_shwans@yahoo.com

**В.А. Колбаса**
Телефон: +380 (95) 059-55-32
Эл. почта: vikula.ka@mail.ru

*Статья поступила 11.06.2015 г.*
*© Л.Ф. Бутузова, Ш.М. Шакир, В.О. Кулакова, В.А. Колбаса, 2016*
*Рецензент к.т.н., доц. И.Г. Дедовец*

УДК 628.543:628.16.08

**С.П. Высоцкий /д.т.н./**
*Автомобильно-дорожный институт*
*ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет» (Горловка)*
**Т.И. Степаненко**
*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры (Макеевка)*

# ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА РАСТВОРИМОСТЬ МЕТАЛЛОВ И СТЕПЕНЬ УДАЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА ИЗ РАСТВОРА

*Исследовано влияние pH раствора на растворимость железа, алюминия, меди, никеля и хрома. Выведены аналитические зависимости и приведена интерпретация причин повышения содержания железа на промышленных установках. Определены характеристики осаждения соединений железа из растворов в зависимости от концентрации кислоты и температуры раствора. Приведены аналитические зависимости, характеризующие влияние указанных факторов на процесс осаждения.*

***Ключевые слова:*** *тяжелые металлы, реагентный метод, сточные воды, известь.*

Тяжелые металлы относятся к одним из наиболее опасных соединений для здоровья человека и других биологических систем. Токсическое действие тяжелых металлов на живые организмы проявляется в виде изменений функционирования центральной и периферической нервной системы, внутренней секреции, системы кроветворения [1,2]. Попадание их в организмы инициирует злокачественные новообразования и нарушает работу аппарата наследственности. Присутствие в воде нескольких тяжелых металлов может усилить их токсическое действие в несколько раз [3]. Тяжелые металлы могут концентрироваться микроорганизмами, накапливаться в растениях, попадать в корм животных и по пищевой цепочке поступать в организм человека [4].

В общем виде содержание тяжелых металлов в водных растворах зависит от активности водородных ионов или pH раствора, константы диссоциации кислоты, полученной при гидролизе солей, и произведения растворимости осадка [5,6]. Растворимость металла для равновесия:

$$\mathrm{M}_x\mathrm{A}_y + y\mathrm{H}_3\mathrm{O}^+ \leftrightarrow x\mathrm{M}^{n+} + y\mathrm{HA} + y\mathrm{H}_2\mathrm{O}\,.$$

описывается уравнением:

$$P = \sqrt[x+y]{\frac{\mathrm{ПР}_{M_xA_y} \cdot \left[\mathrm{H}_3\mathrm{O}\right]^{2y}}{K_{\mathrm{H}_3\mathrm{O}}^{y} \cdot \left(\frac{y}{x}\right)^{y}}}\,,$$

где $\mathrm{ПР}_{M_xA_y}$ – произведение растворимости соединения металла (M) с анионом (A); $K_{\mathrm{H}_3\mathrm{O}}$ – константа диссоциации кислоты; $y$, $x$ – стехиометрические коэффициенты.

Для двухосновной кислоты в знаменателе этой формулы ставят величину, которая равна произведению первой и второй ступени диссоциации этой кислоты, а для трехосновной, соответственно, первой, второй и третьей ступени.

Из первой приведенной формулы следует, что содержание металла в растворе определяется сложной зависимостью. Если значение константы диссоциации кислоты ($K_{\mathrm{HA}}$) не намного меньше ПР осадка, последний хорошо растворяется в кислотах (например, карбонаты, оксалаты и др.). В тех случаях, когда ПР намного меньше $K_{\mathrm{HA}}$, то растворимость осадков и, соответственно, содержание металла в растворе мало даже в растворах с высокой активностью водородных ионов.

Критическая или оптимальная величина активности водородных ионов (или, соответственно, pH) очень важна, так как даже незначительное изменение pH приводит к довольно большому изменению содержания металла в растворе [7]. На рис. 1 показано влияние pH на равновесное содержание металла [8].

Безопасность жизнедеятельности в большей мере зависит от качества основного продукта – воды, которую употребляют в чистом виде и в составе пищи. Как известно, алюминий, соединения которого применяются на городских уста-

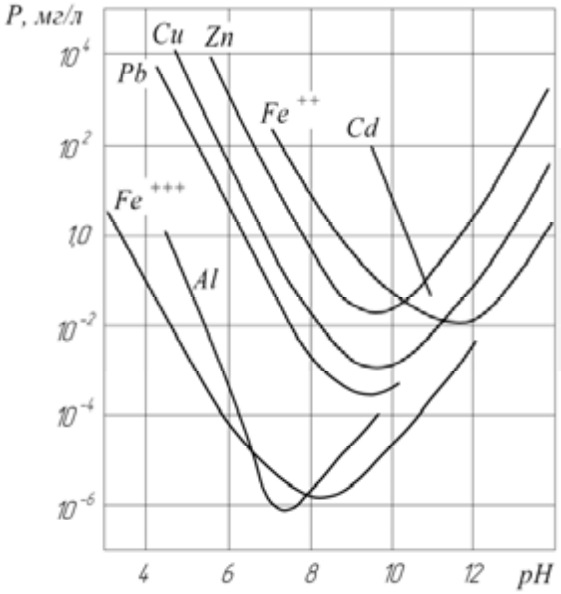



Рис. 1. Зависимость растворимости металлов от показателя pH

новках очистки природной воды для питьевых целей, является одной из основных причин возникновения болезни Альцгеймера. Изменение показателя pH на единицу в допустимых пределах нормами ВОЗ приводит к изменению содержания алюминия более чем в 11 раз. В промышленных установках, на предприятиях энергетики, химической и металлургической промышленности такие металлы как железо и медь являются одними из основных причин накипеобразования и коррозионных процессов на теплопередающих поверхностях. Соединения железа вызывают также необратимые загрязнения дорогостоящих ионообменных смол, что приводит к потере их служебных характеристик и к ухудшению экологических показателей водоочистных сооружений за счет увеличения сброса засоленных стоков в поверхностные водоемы.

В системах водоподготовки указанных выше предприятий при предочистке воды применяется, как правило, умягчение воды известью и коагуляция загрязнителей коллоидной степени дисперсности сернокислым железом. При изменении гидратной щелочности воды в пределах нормируемых величин от 0 до 0,3 мг·экв/л равновесное содержание железа изменяется в 25-30 раз.

Приведенные данные указывают на важность решения проблемы уменьшения содержания тяжелых металлов в водных растворах.

Для трехвалентных металлов (алюминий, железо) их содержание в растворе определяется суммой катионов:

$$P = [\mathrm{M(OH)_2^+}] + [\mathrm{M(OH)^{2+}}] + [\mathrm{M^{3+}}].$$

Например, для соединений железа в идеальном растворе, когда присутствуют только ионы водорода и гидроксила, существуют также ионы $Fe^{3+}$, $Fe(OH)_2^+$ и $Fe(OH)^{2+}$. По закону электронейтральности:

$$[\mathrm{H^+}] + [\mathrm{Fe(OH)_2^+}] + 2[\mathrm{Fe(OH)^{2+}}] + 3\mathrm{Fe^{3+}} = [\mathrm{OH^-}]. \quad (1)$$

Из справочных данных [5]:

$$\Pi\mathrm{P}_1 = [\mathrm{Fe^{3+}}]\cdot[\mathrm{OH^-}]^3 = 3{,}2\cdot10^{-38},$$
$$\Pi\mathrm{P}_2 = [\mathrm{Fe(OH)^{2+}}]\cdot[\mathrm{OH^-}]^2 = 2\cdot10^{-26},$$
$$\Pi\mathrm{P}_3 = [\mathrm{Fe(OH)_2^+}]\cdot[\mathrm{OH^-}] = 4{,}0\cdot10^{-17},$$
$$[\mathrm{H^+}]\cdot[\mathrm{OH^-}] = K_w = 1\cdot10^{-14}.$$

Совместно с уравнением (1) получается пять уравнений с пятью неизвестными. Система является детерминированной и при подстановке в уравнение (1) значений отдельных составляющих, выраженных через $[OH^-]$, получается уравнение четвертой степени:

$$[\mathrm{OH^-}]^4 - [K_w + \Pi\mathrm{P}_3]\cdot[\mathrm{OH^-}]^2 - $$
$$- 2\Pi\mathrm{P}_2\cdot[\mathrm{OH^-}] - 3\Pi\mathrm{P}_1 = 0.$$

При решении данного уравнения для pH=7 получается, что основным компонентом, определяющим содержание соединений железа в растворе является $[Fe(OH)_2^+] \approx 4\cdot10^{-10}$ моль/л.

Содержание всех составляющих в пересчете на железо составит примерно 0,02 мкг/л. По эксплуатационным данным систем водоподготовки содержание железа после предочистки воды составляет 75-150 мкг/л, т.е. больше указанного значения в 3500-7500 раз. Это обусловлено как отклонением pH от оптимальных значений, так и не полным окислением соединений двухвалентного железа, присутствующего в природной воде, в трехвалентное соединение. Так, для двухвалентного железа

$$\Pi\mathrm{P}_1 = [\mathrm{Fe^{2+}}]\cdot[\mathrm{OH^-}]^2 = 1\cdot10^{-15},$$
$$\Pi\mathrm{P}_2 = [\mathrm{FeOH^+}]\cdot[\mathrm{OH^-}] = 5\cdot10^{-10}$$

и соответствующее значение содержания железа равно примерно 1,245 мг/л при pH=9,38. Очевидно, что для снижения содержания железа в обрабатываемую воду необходимо в подавляющем большинстве случаев дозировать окислитель, например, хлорную известь.

Относительно большая трудоемкость по определению равновесного содержания металлов в

зависимости от pH указывает на целесообразность аналитического решения данной задачи. При этом важным с практической точки зрения является определение более точного влияния изменения pH вблизи области оптимальных значений этого показателя. Для отдельных металлов оптимальные значения показателя pH, при которых имеет место минимальное равновесное содержание этих металлов, изменяются в очень широких пределах от, примерно 7 для алюминия, до 11,2 для кадмия и 11,7 до двухвалентного железа (рис. 1). Таким образом, активность ионов водорода при этом изменяется более чем в 50 тысяч раз. Если для отдельных металлов среда в растворе является достаточно кислой для нахождения металла в виде моноиона, то для других этот уровень pH соответствует образованию в растворе определенных гидроксильных комплексов.

Обработка полученных авторами, а также из литературных источников [8,9], экспериментальных данных показала, что зависимость с высокой степенью корреляции (коэффициент регрессии на уровне 0,95-0,99) описывается следующим уравнением (рис. 2):

$$\lg\frac{C}{C_0} = a\left(pH - pH_{опт}\right)^2 + b = a\left(\Delta pH\right)^2 + b,$$

где $C$ и $C_0$ – соответственно, текущее значение равновесной концентрации металла и минимальное значение при оптимальном уровне pH, моль/л; $pH$ и $pH_{опт}$ – соответственно, текущее и оптимальное значение pH; $\Delta pH$ – разница текущего и оптимального значений pH.

При этом для соединений железа ($Fe^{3+}$):

$$\lg\frac{C}{C_0} = 0{,}52\left(\Delta pH\right)^{1{,}5};$$

для соединений меди ($Cu^{2+}$):

$$\lg\frac{C}{C_0} = 0{,}66\left(\Delta pH\right)^{1{,}5};$$

для соединений никеля ($Ni^{2+}$):

$$\lg\frac{C}{C_0} = 1{,}33\left(\Delta pH\right)^{1{,}5};$$

для соединений алюминия ($Al^{3+}$):

$$\lg\frac{C}{C_0} = 2{,}13\left(\Delta pH\right)^{1{,}04}.$$

Нетрудно убедиться, что разница уровней pH соответствует определенной активности водородных ионов.

Значения $C_0$ для отдельных металлов следующие: $Al^{3+}$=8,91·10$^{-7}$; $Fe^{3+}$=1,51·10$^{-6}$; $Cu^{2+}$= =1·10$^{-3}$; $Ni^{2+}$=1·10$^{-3}$ моль/л. Отличие характера прямых для алюминия и хрома обусловлено более высокими амфотерными свойствами этих металлов.

Донецкий регион отличается высокой концентрацией металлургических производств, которые сосредоточены в таких городах как: Донецк, Макеевка, Енакиево, Харцызск и Мариуполь. Большое потребление воды и высокие концентрации загрязнителей (в основном соединений железа) в стоках, наряду с дефицитом пресной воды, вызывают острую необходимость

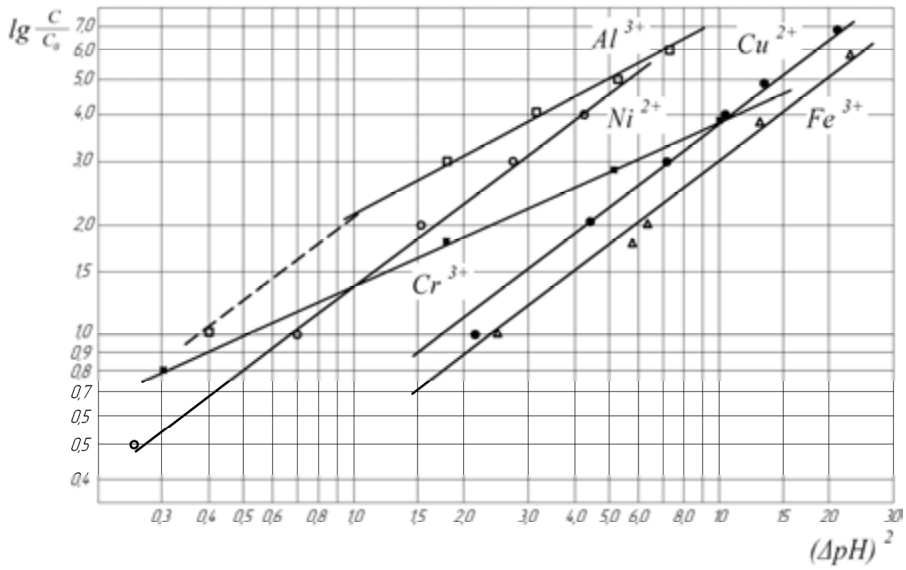



Рис. 2. Зависимость показателя, характеризующего растворимость металлов от разницы текущего и оптимального значений pH

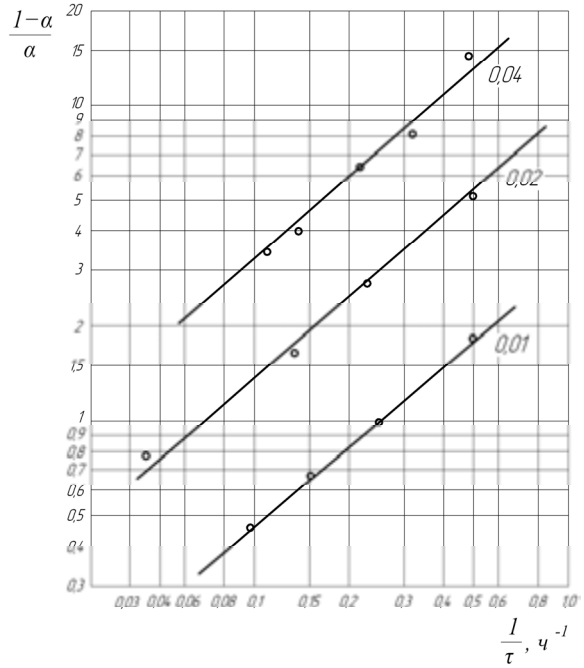



Рис. 3. Зависимость параметра, характеризующего степень осаждения взвешенных веществ от величины, обратной времени процесса (*цифры на прямых* – концентрация (активность) водородных ионов, моль/л)

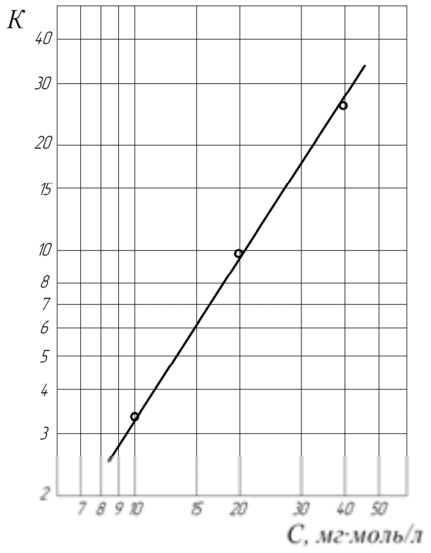



Рис. 4. Зависимость показателя «К» от концентрации кислоты

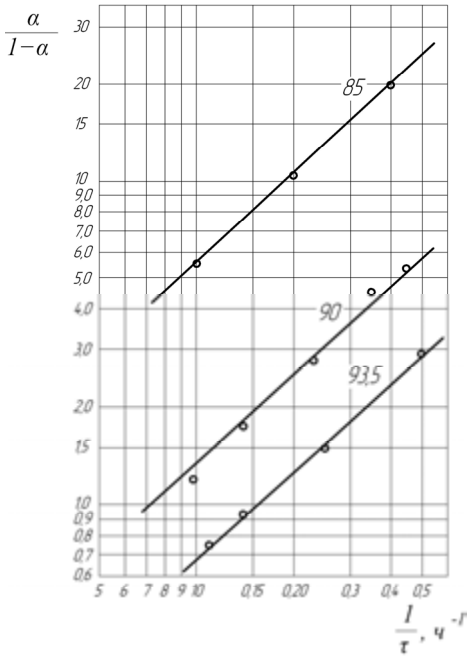



Рис. 5. Зависимость параметра, характеризующего степень осаждения взвешенных частиц от величины, обратной времени процесса (*цифры на кривых* – температура раствора, °С)

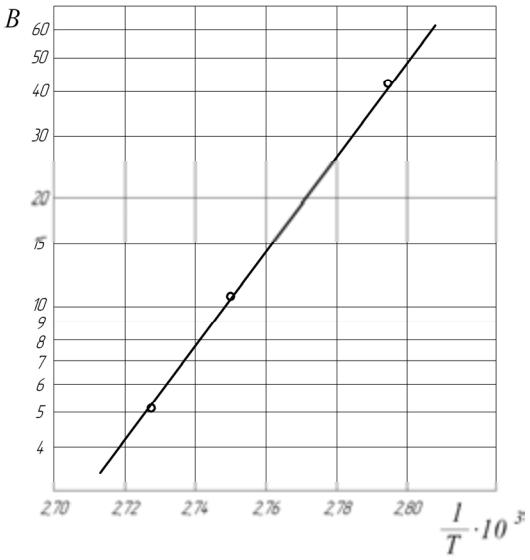



Рис. 6. Зависимость показателя «В» от параметра 1/*T*, обратной абсолютной температуре

решения задачи предотвращения загрязнения поверхностных вод.

Основными методами очистки являются нейтрализация стоков и их отстаивание [10-12]. На процесс очистки влияют активность водородных ионов, температура раствора и время осаждения. Согласно предложенной авторами модели процесс осветления описывается показательной функцией величины обратной времени осаждения:

$$\frac{1-\alpha}{\alpha} = K \cdot \frac{1}{\tau} + b,$$

где α – степень осаждения загрязнителя, долей.

Показатель (1-α)/α характеризует «концентрационный напор» загрязнителя. На рис. 3 показана зависимость указанного показателя при изменении в качестве параметра концентрации кислоты 0,01, 0,02 и 0,04 моль/л (соответственно, 10, 20 и 40 мг·экв/л соляной кислоты). На рис. 4 показано влияние концентрации на предэкспоненциальный множитель при величине, соответствующей обратному времени осаждения.

Влияние концентрации раствора и времени осаждения на показатель, характеризующий степень осаждения соединений железа, описывается следующей аналитической зависимостью:

$$\frac{1-\alpha}{\alpha} = 3{,}165 \cdot 10^{3} \left(\frac{1}{\tau}\right)^{0{,}86} \cdot C^{1{,}5},$$

где τ – время осаждения, ч; $C$ – концентрация кислоты, моль/л.

Влияние времени на изменение параметра α/(1-α) при разной температуре процесса показано на рис. 5. Эта зависимость со степенью корреляции ≥0,97 также описывается показательной функцией величины, обратной времени процесса. Показатель «B», учитывающий влияние температуры, традиционно для химических процессов является экспоненциальной функцией величины, обратной абсолютной температуре процесса (рис. 6).

Влияние температуры раствора и времени осаждения на показатель, характеризующий степень осаждения соединений железа, описывается следующей зависимостью:

$$\frac{1-\alpha}{\alpha} = 2{,}04 \cdot 10^{-36} \exp\left(3{,}073 \cdot 10^{4} \frac{1}{T}\right) \cdot \left(\frac{1}{\tau}\right)^{0{,}86}.$$

Полученные в настоящей работе данные хорошо согласуются с результатами, изложенными в работах [13,14].

**Выводы**

1. Исследовано влияние pH на растворимость тяжелых металлов в воде и выведены аналитические зависимости для растворимости отдельных металлов.

2. Определены условия осаждения соединений железа в зависимости от концентрации кислоты в растворе и его температуры.

3. Определены аналитические зависимости, характеризующие процесс осаждения соединений железа.

**Список литературы**


1. Vrijheid M., Dolk H., Armstrong B. Hazard potential ranking of hazardous waste sites and risk of congenital anomalies / Occupational Environmental Medicine. – 2002. – No.59. – P. 768-776.
2. Аверин Г.В., Звягинцева А.В. Опасность и риск как характеристики особых состояний экологических и техногенных систем / Екологічна безпека. – 2008. – №2. – С. 22-30.
3. Batstone R., Smith J.E., Wilson Jr.D. The Safe Disposal of Hazardous Wastes. The special Needs and Problems of Developing Countries. Volume II / A joint study: The World Bank, World Health Organization, United Nation Environment Programme. – Washington, 1989. – P. 270-552.
4. Васильев А.Н., Тундель Н.Н. Технологии распространения тяжелых металлов в окружающей среде / Экотехнология и ресурсосбережение. – 2000. – №2. – С. 36-44.
5. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 464 с.
6. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия. – Т.1. – М.: Химия, 1990. – 480 с.
7. Wällstedt T. Influence of acidification and liming on metals in lake sediments / Doctoral Thesis in Applied Environmental Science. – Stockholm: Stockholm's University, 2005. – 30 p.
8. Aube B. The Science of Treating Acid Mine Drainage and Smelter Effluents [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.enviranbe.com
9. Peters R.W., Shem L. Separation of heavy metals: Removal from industrial wastewater and contaminated soil / Energy System Division. – Argonne, 2009. – 62 p.
10. Ayres D.M., Davis A.P., Gietka P.M. Removing Heavy Metals from Wastewater / Engineering Research Center Report. – College Park (USA): University of Maryland, 1994. – 21 p.
11. Armenante P.M. Precipitation of Heavy Metals from Wastewater. – NJIT, 1999. – 41 p.
12. Heavy metals in wastewaters. Removal and Analyses. Ramboll [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ecoprofi.info/docs/event_2013-03-22_presentation_Ramboll_Varpula_en.pdf
13. Amer S.I. Treating Metal Fishing Wastewater / Environmental Technology. – 1998. – 7 p.
14. Gameiro M.L.F., Pereira M.F.C., Farelo F. Nano seed-mediate precipitation of iron as crystalline natrojarosite / Centre for Chemical Processes, IST. – Lisbon: Technical University of Lisbon, 2011. – 4 p.

**S.P. Vusotsky /Dr. Sci. (Eng.)/**
*Automobile and Highway Institute Donetsk National Technical University (Gorlovka)*
**T.I. Stepanenko**
*Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture (Makeyevka)*

## THE EFFECT OF VARIOUS FACTORS ON METAL SOLUBILITY AND THE DEGREE OF IRON COMPOUNDS REMOVAL FROM SOLUTIONS

***Background.*** *Heavy metals belong to the most hazardous compounds to human's health and other biological systems. The toxic effect of heavy metals on living organisms manifests itself in changing the functions of the central and peripheral nervous systems, endocrine secretion, hematopoiesis system. Their absorption by the organism triggers malignant tumors and causes the malfunction of the heredity system.*
***Materials and/or methods.*** *The methods of aqueous solution purification from heavy metal compounds by means of alkaline clarifying agents have been analyzed. The effect of a pH solution on metal, aluminum, copper, nickel and chromium solubility has been studied. The pH change per unit in the systems of drinking water supply within the acceptable range according to the standards of World Health Organization leads to the elevenfold change of aluminum compound content.*
***Results.*** *The characteristics of the metal compounds deposition process from solutions depending on acid concentration, solution temperature and the deposition time have been identified. The indicator characterizing the degree of metal compounds deposition is the exponential function of a value reciprocal of the absolute solution temperature and the exponential function of acid solution concentration and the value reciprocal of the length of the deposition process.*
***Conclusion.*** *The dependencies in the given research allow assessing the effect of definite factors on the deposition process and optimizing the process of metal compound deposition.*

***Keywords:*** *heavy metals, method of chemical agents, sewage, lime.*

**Сведения об авторах**

**С.П. Высоцкий**
Телефон: +380 (50) 649-84-36
Эл. почта: dlakachansm@mail.ru

**Т.И. Степаненко**
SPIN-код: 2094-0277
Телефон: +380 (50) 216-18-94
Эл. почта: tatyana_stepanenko@list.ru

*Статья поступила 22.06.2015 г.*
*© С.П. Высоцкий, Т.И. Степаненко, 2016*
*Рецензент д.х.н., проф. В.В. Приседский*



### НОВИКИ ИЗД-ВА «ДОНЕЦКАЯ ПОЛИТЕХНИКА»

*Искробезопасное электрооборудование рудничных электротехнических комплексов. Монография / И.А. Бершадский, З.М. Иохельсон; под общ. ред. И.А. Бершадского. – Донецк: ООО «Технопарк ДонГТУ «УНИТЕХ», 2016. – 294 с. ISBN 978-966-8248-68-9*

В монографии изложены результаты решения проблемы повышения безопасности электрооборудования на угольных шахтах путем раскрытия закономерностей развития теплового взрыва от электрического разряда, получения новых зависимостей выделяемой в разряд и минимальной воспламеняющей энергий от условий коммутации электрических цепей, от влияния искрозащиты электронных компонентов в аварийном режиме работы, и путем разработки высокоэффективных методов создания искробезопасного электрооборудования. Обоснован новый принцип конструирования и проведения сертификационных испытаний аппаратуры с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь».

УДК 621.746, 62-83

**М.Ю. Ткачев, В.Ф. Борисенко /к.т.н./, К.Н. Шаповалов, Д.С. Вараницкий**
*ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет» (Донецк)*

# РАЗРАБОТКА РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ЗАМЕНЫ ПОГРУЖНОГО СТАКАНА НА УЧАСТКЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОВШ-КРИСТАЛЛИЗАТОР МНЛЗ

*Рассматриваются вопросы совершенствования электромеханической системы быстрой смены погружных стаканов на участке промежуточный ковш-кристаллизатор машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Предложен роботизированный комплекс, реализующий установочные движения механизма на базе энергосберегающей системы электропривода.*

***Ключевые слова:*** *манипулятор, погружной стакан, электропривод, система регулирования, преобразователь частоты.*

Производство непрерывнолитой заготовки высокого качества является важной задачей, т.к. непрерывная разливка стали – это последний этап сталеплавильного производства. Общеизвестно, что погружные огнеупорные стаканы являются наиболее эффективным средством, обеспечивающим защиту разливаемой струи стали от вторичного окисления на участке промежуточный ковш-кристаллизатор машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Вместе с тем, эксплуатация защитных огнеупорных элементов сопряжена с необходимостью решения ряда задач, среди которых наиболее главной является необходимость ликвидации последствий их износа. Наиболее перспективными техническими решениями, позволяющими обеспечить непрерывность разливки стали на современных высокопроизводительных слябовых МНЛЗ, являются системы быстрой смены погружных стаканов и специальные манипуляторы, обеспечивающие установку резервного и уборку отработанного стаканов разливочного устройства промежуточного ковша [1,2]. Совершенствование систем быстрой смены погружных стаканов с целью обеспечения высокой производительности слябовых МНЛЗ является актуальной научно-технической задачей [3,4].

Следует отметить, что системы быстрой смены погружных стаканов конструкций таких иностранных фирм-производителей, как Interstop Corp., Vesuvius Group, Danieli & C. Officine Meccaniche S.p.A., Voest-Alpine, Stoping AG, Siemens VAI, Puyang Refractories Group, Metacon AG, Flocon INC, наряду с достоинствами имеют технические недоработки [5-8]. Кроме того, их отличает высокая стоимость из-за использования дорогостоящих средств автоматики, а также значительные временные и материальные затраты при обслуживании и эксплуатации, и необходимость участия разливщика в выполнении части операций в стесненных условиях высокой опасности в зоне повышенных температур [9,10]. Результаты патентного поиска и литературного анализа свидетельствуют о том, что наибольший вклад в автоматизацию систем быстрой смены погружных стаканов внесли французские, бельгийские и корейские исследователи [9,11,12]. Перспективным направлением совершенствования систем быстрой смены погружных стаканов является применение в них средств автоматизации, обеспечивающих определение положения манипулятора и возможность его плавного изменения относительно разливочного устройства в процессе подготовки к работе (средства пеленгации и обнаружения наличия и/или положения погружного стакана). Автоматика, управляющая работой приводов механизмов манипулятора, обеспечивающих требуемое число степеней свободы механической системы, организована с использованием лазерных детекторов, блоков управления, генераторов импульсов.

Среди отечественных разработок в этой области достаточно хорошо известны конструкции устройств быстрой смены НПП «Вулкан-ТМ» и системы, разработанные сотрудниками кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии» ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет» [13,14]. Устройства отечественных разработчиков созданы с учетом недостатков зарубежных аналогов, однако вопрос автоматизации всей операции, особенно уборки изношенного стакана, остался неразрешенным до настоящего времени. Устранение данного недостатка требует проведения дальнейших исследований. В данной работе представлены результаты исследований, проведен-

ных авторами, с целью модернизации манипулятора, входящего в систему быстрой смены погружных стаканов, конструкция которой защищена патентами на изобретения [15,16].

Манипулятор (рис. 1) состоит из основания 16, на котором смонтирована поворотная колонна 15, установленная в нижней 17 и верхней 14 неподвижных подшипниковых опорах и снабженная пустотелой консолью 2, жестко связанной с платформой 9. На этой платформе размещен силовой гидроцилиндр 7 и на цапфах 4 и 6 закреплена скоба 8, несущая сменный погружной стакан 5. Скоба 8 имеет возможность поворота в вертикальной плоскости относительно пустотелой консоли с помощью механизма, включающего трансмиссионный вал 3, установленный внутри консоли в подшипниковых опорах 10 и 11 и удерживающий на конце, обращенном к поворотной колонне 15, рычаг 12, снабженный роликом 13, размещенным в профилированном направляющем пазу, выполненном на наружной цилиндрической поверхности корпуса верхней неподвижной подшипниковой опоры 14 поворотной колонны. Другой конец трансмиссионного вала жестко связан с цапфой 4 несущей скобы 8. Нижняя часть поворотной колонны 15 снабжена зубчатым венцом 1, посредством зубчатых передач связанным с электромеханическим приводом 18, закрепленным на основании 16.

Принцип работы предлагаемой системы быстрой замены погружных стаканов поясняет рис. 2.

Во время серийной разливки стали манипулятор расположен в исходной позиции на рабочей площадке 19 перед промежуточным ковшом 20, оборудованным разливочным устройством 21, снабженным защитным стаканом 22, нижняя часть которого погружена в расплав, находящийся в кристаллизаторе 23. В этой позиции поворотная колонна 15, консоль 2 и несущая скоба 8, с установленным в ней сменным погружным стаканом 5, занимают относительное положение, показанное на рис. 2а. При этом разогретый до нужной температуры сменный стакан 5 расположен горизонтально и удерживается зажимами несущей скобы 8, развернутой в вырезе платформы 9. Фиксация скобы со стаканом относительно платформы обеспечена трансмиссионным валом 3, рычаг 12 которого своим роликом 13, находящимся в профилированном направляющем пазу, удерживает указанные элементы механизма в заданном положении.

Для замены погружного стакана запускают привод 18, который через зубчатые передачи и венец 1 осуществляет поворот колонны 15 в нижней 17 и верхней 14 неподвижных подшипниковых опорах. Вместе с колонной поворачивается пустотелая консоль 2 и установленный внутри неё в подшипниковых опорах 10 и 11 трансмиссионный вал 3 (см. рис. 1) с прикрепленным рычагом 12. Ролик 13, перекатываясь в направляющем пазу, выполненном на наружной цилиндрической поверхности верхней неподвижной опоры 14, воздействует на конец рычага 12, поворачивающего трансмиссионный вал в опорах 10 и 11 относительно консоли 2. Вращение вала 3 через цапфу 4 передается скобе 8, которая осуществляет поворот относительно платформы 9 сменного погружного стакана 5 (рис. 2б) до полного его перевода в вертикальное положение. Этот перевод завершится при подходе стакана к торцу разливочного устройства 21 и расположении его соосно с направляющими. После этого силовым цилиндром 7, расположенным на платформе 9, сменный стакан 5 перемещается по направляющим разливочного устройства 21 до тех пор, пока он не займет место вы-

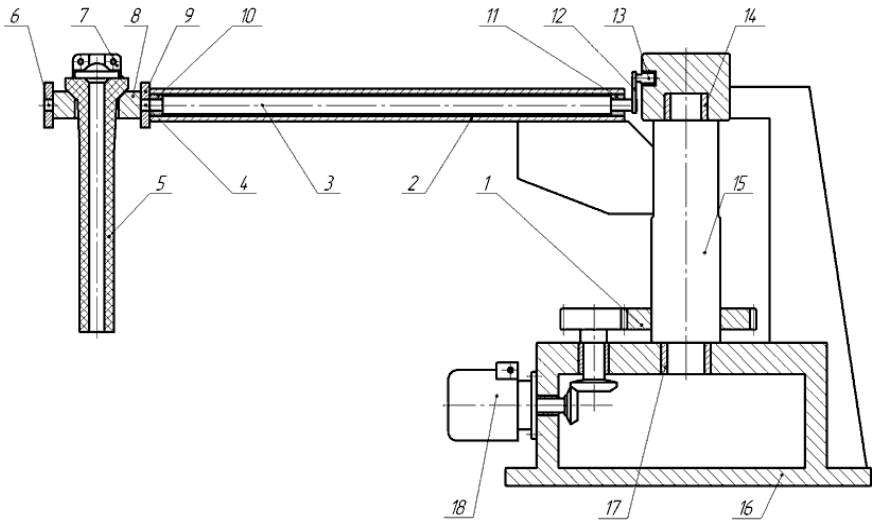
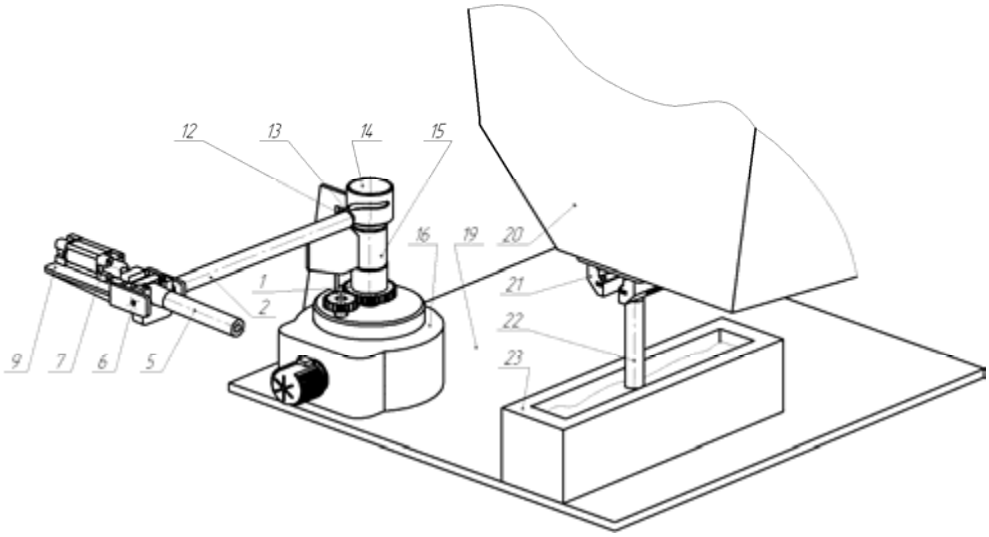
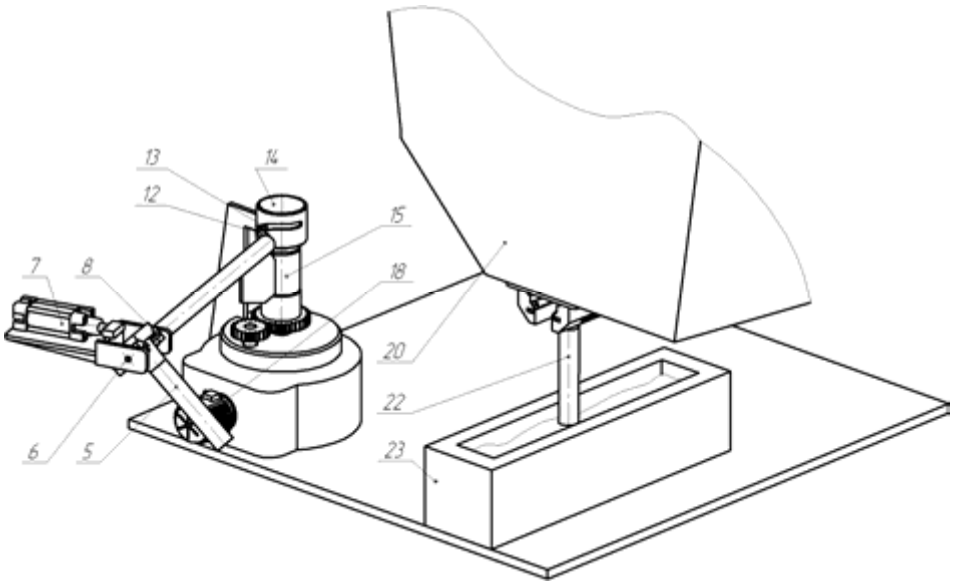


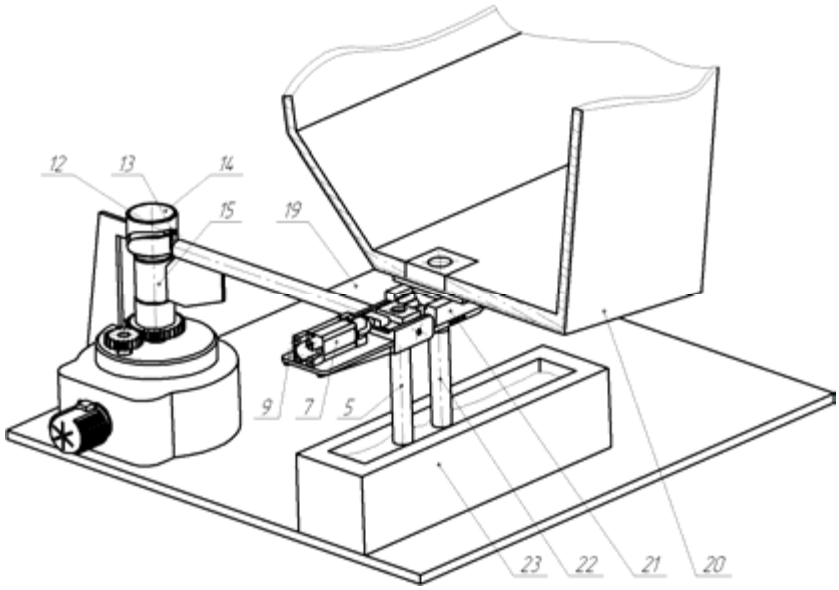

Рис. 1. Схема разработанной системы быстрой смены погружного стакана




а




б




в

Рис. 2. Последовательность выполнения операции быстрой смены погружных стаканов

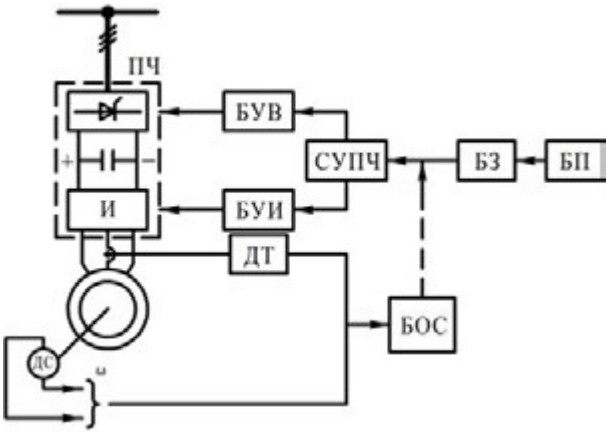



Рис. 3. Предлагаемая система регулирования электропривода ПЧ-АД:
*И* – инвертор; *ПЧ* – преобразователь частоты;
*БУВ* – блок управления выпрямителем;
*БУИ* – блок управления инвертором;
*СУПЧ* – система управления преобразователем частоты; *БЗ* – блок задания; *БП* – блок питания;
*ДС* – датчик скорости; *ДТ* – датчик тока;
*БОС* – блок обратных связей

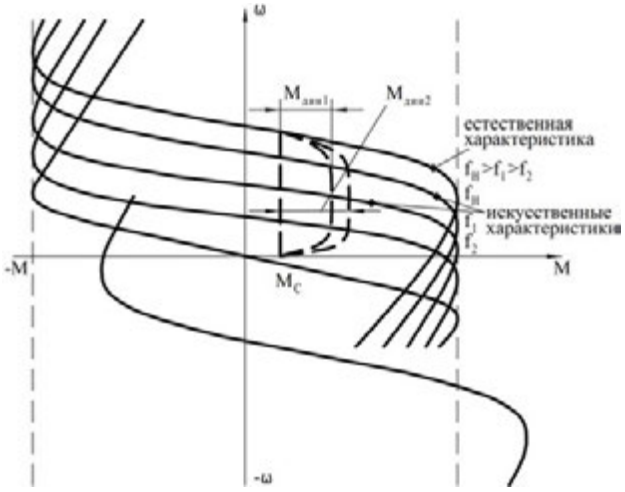



Рис. 4. Механические характеристики привода манипулятора

шедшего из строя погружного стакана 22, экранирующего струю стали, истекающей из промежуточного ковша 20 в кристаллизатор 23 (рис. 2в). Скорость перемещения стаканов такова, что процесс их замены длится 0,2-0,3 с, т.е. практически без прерывания струи жидкой стали. Заменённый погружной стакан удаляют из направляющих пазов разливочного устройства с помощью специального приспособления, а консоль манипулятора возвращается в исходную позицию при повороте колонны в обратном направлении. В исходной позиции элементы конструкции манипулятора не препятствуют перемещению тележки с промежуточным ковшом при аварийном съезде или в случае передачи ковша на ремонтную площадку для замены его футеровки.

Для управления угловой скоростью ω асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором электромеханического привода манипулятора рекомендуется использовать систему частотного регулирования ПЧ-АД (преобразователь частоты-асинхронный двигатель), структурная схема которой приведена на рис. 3. Указанная система регулирования электропривода хорошо зарекомендовала себя в эксплуатации благодаря ряду преимуществ. Среди них, безусловно, следует отметить простоту наладки; возможность обеспечения удаленной диагностики привода по промышленной сети; реализацию плавного пуска и управляемого торможения, а также автоматический перезапуск при пропадании сетевого напряжения; стабилизацию скорости вращения при изменении нагрузки; гарантию высокой точности регулирования.

Основными звеньями системы регулирования являются приводной двигатель и преобразователь частоты, который может быть настроен на работу либо со скалярной системой управления, либо – с векторной. Для реализации системы предварительно необходимо выразить закон управления. Отношение напряжения $U$ к его частоте питающей сети $f$ наиболее часто принимают постоянным. В этом случае в большом диапазоне регулирования $D=\omega_{max}/\omega_{min}$, максимальный момент двигателя остается неизменным [17]. Система регулирования позволяет сформировать желаемый закон управления $\omega(t)$ посредством задания значений динамического момента как функции от угловой скорости $M_{дин}(\omega)$ с учетом статического момента сопротивления $M_C$ на валу электродвигателя. Типовые кривые механических характеристик электропривода манипулятора для замены погружных стаканов приведены на рис. 4.

На рис. 4 момент сил сопротивления $M_C$ принят постоянной величиной (в действительности изменяется в пределах 27,6 %). Это допущение значительно упрощает выбор характера изменения динамического момента двигателя $M_{дин}(\omega)$. В процессе выбора $M_{дин}(\omega)$ предполагается, что на начальном этапе разгона системы и при выходе ее на режим установившегося вращения имеет место ограничение ускорения, что требует, в свою очередь, плавного изменения динамического момента от нуля до установившегося $M_{дин}$ на этапе активного набора скорости. В данном случае характер изменения $M_{дин}(\omega)$ может быть принят трапецеидальным, что и было реализовано на физической модели роботизированного комплекса. Авторами работы рассматривались два крайних значения $M_{дин1}$ и $M_{дин2}$, реализую-

щих ускорения системы в заданном диапазоне угловых ускорений $\varepsilon_{min}$-$\varepsilon_{max}$. При этом в процессе разгона системы, как отмечалось выше, обеспечивался закон регулирования $U/f$=const при задании частоты от $f_{нач}$ *до* $f_н$, и, наоборот, – от $f_н$ *до* $f_{нач}$ при ее замедлении.

В настоящее время авторами рассматривается несколько более сложных законов управления (первый из них – оптимальный по ограничению ускорений, в том числе во время пуска; второй – оптимальный по реализации разгона за минимально допустимое время), в отличие от изложенного выше, а также возможность использования двигателя с повышенным скольжением с целью минимизации времени разгона в регламентируемых пределах при ограничении динамических нагрузок на допустимом уровне. Предполагается, что с их помощью удастся в большей степени удовлетворить комплекс требований, предъявляемых технологией непрерывной разливки стали на современных высокопроизводительных МНЛЗ.

**Выводы**

Таким образом, усовершенствованный роботизированный комплекс, включающий манипулятор для замены погружного стакана слябовой МНЛЗ, обслуживающий разливочное устройство, позволит реализовать операцию быстрой замены стаканов полностью дистанционно и в автоматическом режиме для машин с любым количеством ручьев и типом подъемно-транспортного механизма промежуточного ковша. Несмотря на значительные капитальные затраты из-за использования дорогостоящих средств регулирования электропривода, предлагаемая система управления ПЧ-АД оправдывает свое применение за счет обеспечения стабилизации скорости движения звеньев манипулятора в условиях переменной нагрузки от изменяющегося в пространстве положения погружного огнеупорного стакана, возможности удаленной диагностики электродвигателя и максимально гибкой его адаптации к разнообразным производственным условиям.

**Список литературы**


1. Смирнов А.Н., Куберский С.В., Штепан Е.В. Непрерывная разливка стали. – Донецк: ДонНТУ, 2011. – 482 с.
2. Паршин В.М., Буланов Л.В. Непрерывная разливка стали. – Липецк: ОАО «НЛМК», 2011. – 221 с.
3. Еронько С.П., Сотников А.Л., Ткачев М.Ю. Совершенствование системы быстрой смены погружных стаканов для серийной разливки стали на слябовых МНЛЗ / Металлургические процессы и оборудование. – 2012. – №3. – С. 26-38.
4. Еронько С.П., Ошовская Е.В., Яковлев Д.А. Расчет энергосиловых параметров системы быстрой замены погружных стаканов при непрерывной разливке стали / Черная металлургия. – 2010. – №8. – С. 30-35.
5. Ткачев М.Ю., Еронько С.П. Модернизация системы быстрой смены погружных стаканов промежуточного ковша при производстве слябовой заготовки / Материалы IV межд. студенческой науч.-практ. конф. «Техника и технология машиностроения». – Омск: ОмГТУ, 2015. – С. 243-250.
6. Chaudhuri J., Choudhuri G., Kumar S., Rajgopalan V. New generation ladle slide gate system for performance improvement / MPT International. – 2007. – Vol.30, No.6. – P. 38-42.
7. Mutsaarts P. Submerged entry nozzle exchange system for tundishes / Millenium Steel. – 2006. – P. 143-146.
8. Achieving higher performance & longer service life of Slide Plate / J. Chaudhuri, G. Choudhuri, S. Kumar et. al. // Iron & Steel Review. – 2007. – June. – P. 86-91.
9. Brevet 1011299 Royaume de Belgique, B22D41/56. Appareil de manutention automatique d'un tube de coulée / S.J. Knapik; S.J. Knapik. №09700638; date de dépôt 23.07.1997; publié 06.07.1999. – 18 p.
10. Patent 5971060 USA, B22D11/10. Slab continuous casting machine having immersing nozzle replacing apparatus and method of replacing immersing nozzle / M. Ikeda, M. Hashio, M. Koide; Sumitomo Heavy Industries Ltd, Japan. №09/008,630; filed 16.01.1998; date of patent 26.10.1999. – 27 p.
11. Patent 20030001662 Korea, B22D41/56. Apparatus for exchanging submerged nozzle / C.S. Yeop; Yoohan Prec Co Ltd, Korea. №20010036467; filed 26.06.2001; date of patent 01.08.2003. – 14 p.
12. Patent 20040031309 Korea, B22D41/56. Exchange apparatus of submerged nozzle for tundish / A.D. Yeong, K.Y. Min, K.J. Seok; Posco, Korea. №1020020060699; filed 04.10.2002; date of patent 13.04.2004. – 8 p.
13. Еронько С.П., Цупрун А.Ю., Дубойский К.В. Совершенствование разливочных систем промежуточных ковшей МНЛЗ / Электрометаллургия. – 2009. – №7. – С. 37-43.
14. Еронько С.П., Смирнов А.Н., Яковлев Д.А. Устройство для быстрой замены стаканов-дозаторов промежуточного ковша сортовой МНЛЗ / Черная металлургия. – 2007. – №2 –

С. 70-73.
15. Патент 96891 Україна, B22D41/56, B22D11/106. Маніпулятор для заміни занурювального стакана на слябовій машині безперервного лиття заготовок / С.П. Єронько, М.Ю. Ткачов, К.В. Дубойський; Донец. нац. техн. ун-т. №2010155511; заявл. 23.12.2010; опубл. 12.12.2011. Бюл. №23. – 5 с.
16. Патент 104227 Україна, B22D41/56. Пристрій для заміни занурювального стакана проміжного ковша машини безперервного лиття заготовок / С.П. Єронько, М.Ю. Ткачов: Донец. нац. техн. ун-т. №201208740; заявл. 16.07.2012; опубл. 10.01.2014. Бюл. №1. – 7 с.
17. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с.

**M.Y. Tkachev, V.F. Borisenko /Cand. Sci. (Eng.)/, K.N. Shapovalov, D.S. Varanitsky**
*Donetsk National Technical University (Donetsk)*

## DEVELOPMENT OF A ROBOTIZED COMPLEX FOR THE SUBMERGED NOZZLE CHANGE AT THE STAGE OF A TUNDISH-MOLD CCM

***Background.*** *Current foreign and native systems of a quick change of submerged nozzles, which provides continuous steel casting at the stage of a tundish-mold CCM, have a number of disadvantages: high cost, design defects, high time consumption and money expenses on their exploitation and maintenance, manual drive manipulators, presence of an operator in the hazardous area. The improvement of the quick change systems of submerged fireproof nozzles due to the substantiation of their rational parameters is an important scientific technical task.*

***Materials and/or methods.*** *The research implies patent search and comparative analysis of the advantages and disadvantages of technical solutions concerning the manipulators for the submerged nozzles change and their drive automation.*

***Results.*** *A new design of the manipulator for the submerged nozzle change of the slab CCM tundish has been provided, as well as for its electromechanical drive regulation system by way of its frequency regulation 'frequency converter-asynchronous motor' which eliminates all the disadvantages of modern technical solutions. The main components of the regulation system are a drive motor and a frequency converter. The given system allows us to frame the necessary law of the electromechanical drive control of the system manipulator of a quick change of submerged nozzles.*

***Conclusion.*** *Industrial exploitation of the given robotized complex enables the remote and semi-automatic quick change of a submerged nozzle at the stage of a tundish-mold CCM. The present solution complies with the conditions of the continuous steel casting at modern highly efficient slab CCMs with any number of strands, as well as various types of lifting-and-shifting mechanisms of the tundish. The introduction of this engineering development allows us to increase the prime yield by 0.15 %, to reduce the operation time on submerged nozzle change by 42 %, to facilitate operating CCM personnel work in highly hazardous conditions, to fully substitute the import of the quick change systems. The regulation system of the manipulator electric drive enables us to minimize energy consumption, to provide soft start and controlled drive motor braking, to stabilize the rotation speed while the load changes, to ensure high precision of regulation.*

***Keywords:*** *manipulator, submerged nozzle, electric drive, system of regulation, frequency converter.*

**Сведения об авторах**

**М.Ю. Ткачев**
SPIN-код: 9855-0447
Телефон: +380 (95) 360-92-22
Эл. почта: mishel-tkachev@yandex.ru

**К.Н. Шаповалов**
Телефон: +380 (95) 255-97-70
Эл. почта: kiko895623@gmail.com

**В.Ф. Борисенко**
Телефон: +380 (50) 109-13-49
Эл. почта: borissenko.vp@gmail.com

**Д.С. Вараницкий**
Телефон: +380 (66) 859-32-90
Эл. почта: deman820@gmail.com

*Статья поступила 11.06.2015 г.*
*© М.Ю. Ткачев, В.Ф. Борисенко, К.Н. Шаповалов, Д.С. Вараницкий, 2016*
*Рецензент д.т.н., проф. С.П. Еронько*

УДК 656.13:656.142

**А.Н. Дудников /к.т.н./, Р.О. Роменский**
*Автомобильно-дорожный институт*
*ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет» (Горловка)*

# МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ НЕРЕГУЛИРУЕМОГО НАЗЕМНОГО ПЕШЕХОДНОГО ПЕРЕХОДА НА ПЕРЕГОНЕ ГОРОДСКОЙ УЛИЦЫ

*Сформулированы теоретические основы для обеспечения определения местоположения нерегулируемого наземного пешеходного перехода на перегоне городской улицы. Разработана соответствующая методика, которая дополнительно учитывает интенсивность, скорость дорожного движения и безопасность движения. Методика экспериментально проверена.*

***Ключевые слова:*** *переход пешеходный, движение пешеходное, интенсивность, скорость, безопасность движения, движения перехода.*

Состояние безопасности движения в Украине считается наиболее плохим в Европе. По результатам обработки статистических данных 45 % всех дорожно-транспортных происшествий (ДТП) происходит в зоне пешеходных переходов, из них 20 % происходит на перегонах городских улиц в зоне нерегулируемых наземных пешеходных переходов [1-4]. Отмеченные данные статистики указывают на актуальность решения научных задач, связанных с обеспечением безопасности дорожного движения, прежде всего, в зоне нерегулируемых наземных пешеходных переходов.

Решение проблемы обеспечения надлежащего уровня безопасности дорожного движения невозможно без соответствующей организации пешеходного движения по перегонам городских улиц. ДТП с участием пешеходов имеют максимальные показатели тяжести. Современные методики организации нерегулируемых наземных пешеходных переходов на перегонах улиц городов дают только приблизительные рекомендации относительно условий их внедрения, особенно в пределах требований к их расположению. Указанное раскрывает актуальность научного направления исследований.

В научной проблеме обеспечения безопасности движения пешеходов формируется задача по разработке методики определения местоположения нерегулируемого наземного пешеходного перехода на перегоне городской улицы, учитывающей безопасность дорожного движения.

Современные исследования ведутся по двум направлениям: определение местоположения пешеходного перехода и определение условий, при которых наличие нерегулируемого пешеходного перехода на перегонах улиц является целесообразным. Согласно существующим требованиям [5,6], на данное время получены следующие результаты. Пешеходные переходы следует располагать в соответствии со сложившимися маршрутами движения пешеходных потоков, которые выявляются в результате проведения обследования пешеходного движения. Перекрестки городских улиц и дорог должны быть оборудованы одним или более пешеходными переходами в зависимости от расположения относительно перекрестка пунктов притяжения пешеходного движения (жилая застройка, учебные заведения, промышленные, торговые и зрелищные предприятия, административные учреждения, остановочные пункты общественного пассажирского транспорта и т.д.), принятой организации движения транспортных средств, интенсивности пешеходного движения и схемы перекрестка [7,8].

Расстояние между пешеходными переходами следует принимать с учетом рекомендаций табл. 1 [5,6]. Расчеты расстояний между пешеходными переходами и определение их местоположения должны выполняться в следующей последовательности:

– участок улицы или дороги между двумя смежными перекрестками разбивается на зоны, длина которых отвечает максимальным значениям расстояний из табл. 1;

– определяется суточная интенсивность пешеходного движения, которая характеризует генерирующую способность наибольших пунктов тяготения пешеходов.

Транспортная характеристика пешеходных корреспонденций, связывающих пункты генерации пешеходных потоков с рассматриваемой городской улицей, рассчитывается по следую-

Табл. 1. Требования к расстоянию между пешеходными переходами на перегонах улиц и дорог [5,6]

| Категория улиц и дорог | Расстояние между переходами, м | |
|---|---|---|
| | минимальное | максимальное |
| Скоростные дороги, магистральные улицы и дороги общегородского значения непрерывного движения | 400 | 600 |
| Магистральные улицы и дороги общегородского значения регулируемого движения | 300 | 400 |
| Магистральные улицы и дороги районного значения | 250 | 300 |
| Улицы и дороги местного значения | 150 | 200 |

щей формуле [6]:

$$H_i = S_i \cdot N_{ni}, \qquad (1)$$

где $S_i$ – коэффициент, учитывающий значимость корреспонденции, которая зависит от целевого назначения пешего передвижения, принимается по рекомендациям [6]; $N_{ni}$ – суточная интенсивность пешеходного движения, которая характеризует генерирующую способность наибольших пунктов тяготения пешеходов, пеш./сут.

Необходимые расстояния и соответствующие координаты расположения пунктов тяготения пешеходов для расчетов местоположения наземного нерегулируемого пешеходного перехода указаны по примеру на рис. 1.

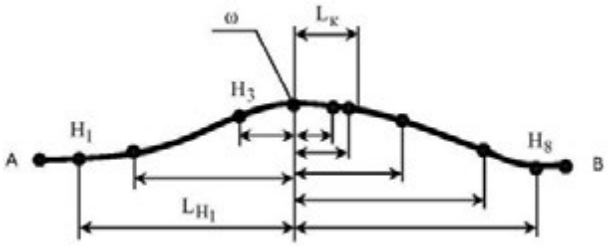



Рис. 1. Расчетная схема определения местоположения пешеходного перехода [6]

Местоположение пешеходного перехода определяется, как расстояние от произвольно взятой на оси дороги точки ω в пределах рассмотренного участка улицы до пересечения проезжей части, где целесообразно устройство пешеходного перехода [6]:

$$L_k = \frac{\sum H_i \cdot L_{Hi}}{\sum L_{Hi}}. \qquad (2)$$

При положительном значении $L_k$ пешеходный переход должен располагаться на $L_k$ метров влево от точки ω, при отрицательном значении – вправо; $L_{Hi}$ – расстояние от идеальной точки пересечения проезжей части пешеходным потоком с транспортной характеристикой $H_i$ до точки ω на рис. 1, м. Значения $L_{Hi}$ определяется по аналогии с определением знака $L_k$.

Рассмотренные рекомендации по организации нерегулируемых наземных пешеходных переходов на перегонах городских улиц имеют ряд недостатков. Рекомендации не учитывают: интенсивность имеющихся на перегоне улицы транспортных потоков; количество полос движения, которое необходимо пересекать по соответствующей корреспонденции движения пешеходов; скорость движения транспортных потоков на перегоне улицы; безопасность движения в условиях наличия пешеходного перехода по соответствующей корреспонденции движения пешеходов и ее взаимодействие с имеющимися транспортными потоками на перегоне улицы; расчет значения расстояния $L_{Hi}$ является условным, потому что не учитывается реальное значение дополнительного расстояния, которое нужно пройти пешеходу при изменении положения пешеходного перехода.

Целью настоящей работы ставится уменьшить затраты времени на движение и повысить безопасность движения пешеходов путем обоснованного определения местоположения нерегулируемого наземного пешеходного перехода на перегоне городской улицы по разработанной методике.

Предлагается формулу (1) усовершенствовать учетом интенсивности имеющихся на перегоне городской улицы транспортных потоков:

$$H_i' = S_i \cdot \left(1 + \frac{N_{ni}}{P_{ni}}\right) \cdot \left(1 + \frac{N_{mni}}{P_{mni}}\right), \qquad (3)$$

где $N_{mni}$ – интенсивность движения соответствующего транспортного потока, который пересекается соответствующей корреспонденцией пешеходного движения, авт./сут.; $P_{ni}$ – пропускная способность для пешеходного движения по соответствующей корреспонденции, пеш./сут.; $P_{mni}$ – пропускная способность на перегоне городской улицы в пределах пересечения ее с соответствующей корреспонденцией пешеходного движения, принимается по рекомендациям [7], авт./сут.

Пропускная способность для пешеходного

движения по соответствующей корреспонденции $P_{ni}$ (пеш./сут.) является достаточно сложной для определения величиной. Исходя из положений о пешеходном движении [9,10], необходимо указать, что пропускная способность для пешеходного движения будет определяться из условий максимизации скорости движения при соответствующей максимизации плотности пешеходного движения, пропускную способность для пешеходного движения по соответствующей корреспонденции предлагается рассчитывать по следующей зависимости:

$$P_{ni} = D_i \cdot b_{ni} \cdot \left( \sum_i V_{0i} \cdot p_i - 0{,}0001 \cdot \lambda_{бi} \cdot K_Г \cdot K_C \right), \quad (4)$$

где $D_i$ – плотность пешеходного движения, пеш./м$^2$; $b_{ni}$ – ширина пешеходного пути, м; $V_{0i}$ – скорость свободного движения пешеходов $i$-й группы, м/с; $p_i$ – содержимое в потоке пешеходов $i$-й возрастной группы, ед.; $\lambda_{бi}$ – часовая интенсивность движения пешеходов по полосе шириной 0,75 м, пеш./ч; $K_Г$ – коэффициент годовой неравномерности движения пешеходов, ед. [9,10]; $K_C$ – коэффициент суточной неравномерности движения пешеходов, ед. [9,10].

Применим опыт исследований коэффициента безопасности в работе [11], для развития транспортной характеристики пешеходной корреспонденции на предмет возможности учета скорости движения транспортного потока, который пересекается указанной корреспонденцией в виде отношения скоростей. Необходимо применить значение скорости в единицах для определения транспортной характеристики, потому что предыдущие исследования обеспечили именно такое значение. Значение в единицах достигается путем отношения скорости транспортного потока в соответствующем пересечении с пешеходной корреспонденцией до максимально разрешенной скорости в указанном сечении.

Согласно предложенной зависимости (3), возможным становится учесть скорость транспортного потока следующим способом:

$$H_i'' = S_i \cdot \left(1 + \frac{N_{ni}}{P_{ni}}\right) \cdot \left(1 + \frac{N_{mni}}{P_{mni}}\right) \cdot \left(1 + \frac{V_{mni}}{V_{mni}^{\max}}\right), \quad (5)$$

где $H_i''$ – предлагаемая транспортная характеристика пешеходной корреспонденции, которая дополнительно учитывает интенсивность и скорость движения транспортного потока, который пересекается, ед.; $V_{mni}$ – скорость транспортного потока в месте его пересечения соответствующей корреспонденцией пешеходного движения, м/с; $V_{mni}^{\max}$ – максимальная разрешенная скорость транспортного потока в месте его пересечения соответствующей корреспонденцией пешеходного движения [11,12], м/с.

В связи с рассмотрением перегонов городских улиц, где присутствует многополосное движение, применим для прямых горизонтальных участков дорог с четырьмя и шестью полосами движения, полученную в работе [13,14] зависимость скорости движения многорядного транспортного потока от текущего значения плотности для преимущественно легкового состава потока, которую предлагается принять за основу при проведении расчетов скорости транспортного потока в условиях формирования соответствующих значений плотности:

$$V_{mn} = \frac{V_c}{\left(\frac{q}{a}\right)^3 + 1} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{q}{q_{\max}} \cdot n_p\right)^2}, \quad (6)$$

где $V_c$ – скорость движения транспортного средства в свободных условиях, км/ч; $n_p$ – количество полос движения в одном направлении, ед.; $q$ – плотность транспортного потока на отдельной полосе движения, авт./км; $q_{\max}$ – максимальная плотность транспортного потока на отдельной полосе движения, авт./км; $a$ – константа, которая принимает следующие значения [14]: для четырехполосных дорог – $a$=90 ед., а для шестиполосных – $a$=135 ед.

Проведенный анализ методов оценки безопасности дорожного движения [11,12,15] раскрыл наличие возможности учета в работе методики коэффициентов аварийности. Предлагается рассмотреть методику коэффициентов аварийности для ее применения в расчетах транспортной характеристики пешеходной корреспонденции и соответствующим образом учесть безопасность движения при определении местоположения пешеходного перехода на перегоне городской улицы. Перечень коэффициентов аварийности имеет два варианта. Первый относится к загородным дорожным условиям, второй вариант относится к городским условиям. Рекомендуется исследовать второй перечень коэффициентов аварийности [11,12]. Из указанного перечня коэффициентов аварийности для городских условий движения выбрать два коэффициента, соответствующих решаемой задаче в работе:

$K_{12}$ – коэффициент, учитывающий размещение переходов за границами перекрестков;

$K_{13}$ – коэффициент, учитывающий интенсивность движения пешеходов за границей перекрестков.

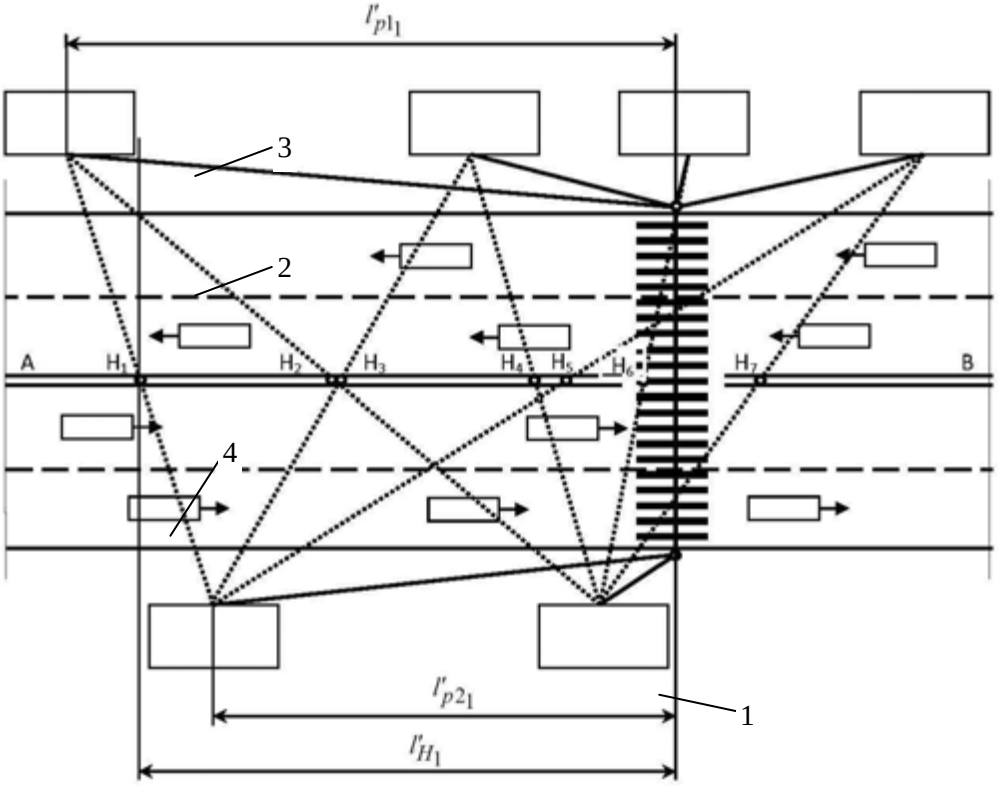



Рис. 2. Пример схемы формирования пешеходных корреспонденций с применением прямых линий соединения соответствующих пунктов тяготения пешеходного движения и траектории движения пешеходов через пешеходный переход: *1* – пункт тяготения пешеходного движения; *2* – корреспонденция пешеходного движения; *3* – траектория движения пешеходов через переход; *4* – транспортное средство

Указанные коэффициенты имеют значение в зависимости от соответствующих характеристик дорожного движения и приведены в работах [11,12].

По математическим особенностям методики формирования значения отдельного коэффициента аварийности его значение может колебаться от единицы и выше [10,13,14]. Указанное раскрывает возможность применения значений двух коэффициентов аварийности в непосредственном виде, путем соответствующего произведения.

Также авторами предлагается зависимость (4) записать в обновленном виде, который позволяет учитывать не только интенсивности транспортного и пешеходного потоков, скорость транспортного потока, но и безопасность движения в пределах имеющейся пешеходной корреспонденции:

$$H_i''' = S_i \cdot K_{12} \cdot K_{13} \cdot \left(1+\frac{N_{ni}}{P_{ni}}\right)\cdot\left(1+\frac{N_{mni}}{P_{mni}}\right)\cdot\left(1+\frac{V_{mni}}{V_{mni}^{\max}}\right). \qquad (7)$$

Система уравнений (7),(6) и (4), предлагаемой авторами транспортной характеристики пешеходной корреспонденции, позволяет, в отличие (1), дополнительно учитывать интенсивность, скорость движения пересекаемого пешеходным движением транспортного потока, а также безопасность движения в области пешеходного перехода.

Из рис. 2 видно, что главным параметром, который раскрывает перепробег пешеходов при наличии перехода, является расстояние между положением перехода и точкой пересечения пешеходной корреспонденции с осевой линией дороги, длина расстояния в виде примера приведена для первой корреспонденции $l'_{H1}$.

Для решения задачи относительно определения расстояния движения пешеходов по пунктам соответствующей корреспонденции необходимо ввести дополнительный параметр расстояния между положением пешеходного перехода и пунктами корреспонденции. Согласно рис. 1, указанные выше расстояния необходимо формировать относительно точки ω, которая соответствует максимуму значения транспортной характеристики, рассчитанному по предложенным авторами системе уравнений (7),(6) и (4). По упрощенной схеме представления соответствующих пешеходных траекторий возможно записать следующие соотношения для суммарной

длины траектории пешеходного движения:

$$L_{Hi} = l_{p1i} + l_{p2i} + B_{npi} + 2\Delta_{mpi}, \qquad (8)$$

где $L_{Hi}$ – уточненное авторами значение длины траектории движения пешеходов от пункта тяготения к переходу в области точки ω, и после перехода к конечному пункту тяготения, м; $l_{p1i}$, $l_{p2i}$ – расстояния от точки ω до соответствующих пунктов тяготения пешеходов по *i*-ой пешеходной корреспонденции, м; $B_{npi}$ – длина пешеходного перехода вдоль проезжей части дороги в области точки ω, м; $\Delta_{mpi}$ – расстояние от края проезжей части до начала тротуара в области соответствующей пешеходной корреспонденции, м.

Полученная формула (8) олицетворяет заключительный элемент, позволяющий сформулировать новую методику определения местоположения наземного нерегулируемого пешеходного перехода на перегоне городской улицы. Расстояние от точки ω до точки нахождения оптимального расположения пешеходного перехода может быть рассчитано по следующей формуле, уточняющей зависимость (2):

$$L_k = \frac{\sum\left(H_i''' \cdot L_{Hi}\right)}{\sum L_{Hi}}. \qquad (9)$$

Разработанная методика в виде технологии на рис. 1, 2 и расчета по системе уравнений (9),(7),(6),(4) и (8) нуждается в дальнейшем исследовании и экспериментальном обосновании с соответствующей разработкой рекомендаций относительно ее внедрения.

Предлагается в качестве объекта экспериментального исследования выбрать улично-дорожную сеть города Горловки. Перечень наземных нерегулируемых пешеходных переходов на улично-дорожной сети города, которые имеют значительные показатели по аварийности, приведен ниже:

1) проспект Победы в районе магазина «Фуршет»;

2) проспект Победы в районе Автомобильно-дорожного института ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»;

3) улица Комсомольская в районе школы №4;

4) проспект Победы в районе школы №1;

5) улица Остапенко в районе школы №54;

6) улица Кирова в районе Автомобильно-дорожного института ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»;

7) улица Беспощадного в районе «Наркология»;

8) проспект Ленина в районе кинотеатра «Шахтер»;

9) улица Гагарина в районе перехода к организации «Энергонадзор»;

10) улица Комсомольская в районе школы №73.

Все перечисленные пешеходные переходы на момент сбора данных являются местами концентрации ДТП. Характеристика $H_i'''$ рассчитана с применением данных, полученных при натурных наблюдениях и определены соответствующими нормативами. Расчеты выполнены с применением программного комплекса Microsoft Excel, данные соответствующим образом обработаны и приведены в графической форме на рис. 3. В дальнейшем полученные значения характеристики $H_i'''$ были применены для расчетов

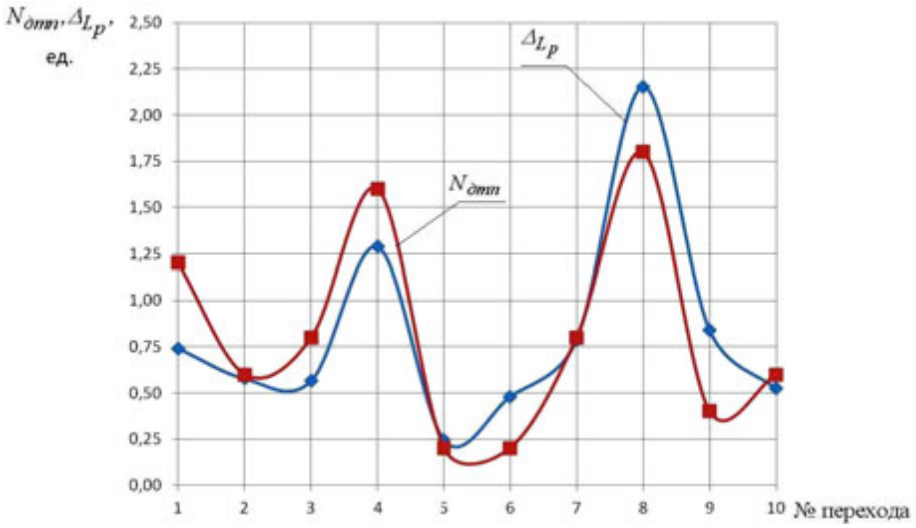



Рис. 3. Среднегодовое количество ДТП ($N_{дтп}$) на наземных нерегулируемых пешеходных переходах и приведенная к количеству ДТП разница в координатах $\Delta_{Lp}$ расположения переходов по разработанной методике для пешеходных переходов на улично-дорожной сети города Горловка

разницы координат расположения пешеходных переходов в действительности и по расчетам.

Был рассчитан коэффициент линейной корреляции между значениями $N_{отп}$ и $\Delta_{Lp}$, который составил 0,858, при 10 парах точек и доверительной вероятностью α=0,95. Нормативное значение коэффициента корреляции составляет 0,632 [16,17], таким образом 0,858>0,632, что указывает на адекватность расчетных данных результатам, полученным при натурных наблюдениях.

Применение на практике технологии, отображенной на рис. 1 и 2, и расчета по системе уравнений (9),(7),(6),(4) и (8) представляет собой новую методику обоснованного определения местоположения нерегулируемого наземного пешеходного перехода на перегоне городской улицы.

**Выводы**

Достигнута цель работы по уменьшению затрат времени на движение и по повышению безопасности движения пешеходов в виде социально-экономического эффекта путем обоснованного определения местоположения нерегулируемого наземного пешеходного перехода на перегоне городской улицы по разработанной авторами методике.

Выполнено формулирование общих подходов к определению местоположения нерегулируемого наземного пешеходного перехода на перегоне городской улицы. Предложена общая методика определения пешеходных корреспонденций на перегоне городской улицы с построением соответствующей схемы. Разработана методика расчета транспортной характеристики пешеходной корреспонденции, которая дополнительно учитывает интенсивность, скорость движения транспортного потока, который пересекается указанной корреспонденцией, и соответствующую безопасность движения. Проведены экспериментальные расчеты по проверке установленного влияния местоположения нерегулируемого наземного пешеходного перехода на перегоне городской улицы на затраты времени, на движение транспорта, на безопасность движения пешеходов. Сформулирована новая методика определения местоположения наземного нерегулируемого пешеходного перехода.

**Список литературы**


1. Наши дороги. Статистика ДТП в Украине за 2013-14 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dtpua.com/stat_dtp.html
2. Improving global road safety: Note by the Secretary-General [Электронный ресурс] / United Nations General Assembly Norway. – 2011. – Режим доступа: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2011/wp1/Improving_Global_Roady_Safety_2011.pdf.
3. Spira J.Ch. Die Zukunft des «Intelligenten Autos» hat langst begonnen / Auto Mot., Zubehör. – 1986. –Vol.99, No.5. – P. 74-100.
4. Highway Capacity Manual-2000 / Transportation Research Board: National Research Council. – Washington, 2000. – 1134 p.
5. ДБН В.2.3-5-2001. Вулиці та дороги населених пунктів: затв. наказом Держбуду України 11.04. 2001 р., №89: введені в дію 01.10.2001 / НДПІ містобудування. – Вид. офіц. – К.: Держбуд України, 2001. – 50 с.
6. Романов А.Г., Шелков Ю.Д. Методические рекомендации по регулированию пешеходного движения. – М.: ВНИИБД МВД, 1977. – 26 с.
7. Печерский М.П., Хорович Б.Г. Автоматизированные системы управления дорожным движением в городах. – М.: Транспорт, 1979. – 176 с.
8. Эльвик Р., Боргер Мюсен А., Ваа Т. Справочник по безопасности дорожного движения / Пер. с норв. Под ред. проф. В.В. Сильянова. – М.: МАДИ(ГТУ), 2001. – 576 с.
9. Кисляков В.М., Филиппов В.В., Школяренко И.А. Математическое моделирование и оценка условий движения автомобилей и движения пешеходов. – М.: Транспорт, 1977. – 51 с.
10. Поліщук В.П., Дзюба О.П. Теорія транспортного потоку: методи та моделі організації дорожнього руху. – К.: Знання України, 2008. – 175 с.
11. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
12. Байэтт Р., Уотс Р. Расследование дорожно-транспортных происшествий. – М.: Транспорт, 1989. – 288 с.
13. Живоглядов В.Г. Теория движения транспортных и пешеходных потоков. – Ростов н/Д.: Север. Кавказ. регион, 2005. – 1082 с.
14. Красников А.Н. Закономерности движения на многополосных автомобильных дорогах. – М.: Транспорт, 1988. – 111 с.
15. Домке Э.Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий. – М.: Издател. центр «Академия», 2009. – 288 с.
16. Горкавий В.К., Ярова В.В. Математична статистика. – К.: ВД «Професіонал», 2004. – 384 с.
17. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика: для инженеров и науч. работников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

**A.N. Dudnikov /Cand. Sci. (Eng.)/, R.O. Romensky**
*Automobile and Highway Institute Donetsk National Technical University (Gorlovka)*

## IDENTIFICATION TECHNIQUE OF AN UNCONTROLLED GROUND PEDESTRIAN CROSSING LOCATION IN THE CITY STREETS

***Background.*** *The state of road traffic safety in Ukraine is considered to be the worst in Europe. According to the results of statistics processing, 45 % of all the road traffic accidents occur around pedestrian crossings, 20 % of them occur in the city streets around uncontrolled ground pedestrian crossings. These statistics emphasize the topicality of scientific tasks solutions connected with the provision of safe road traffic, above all, around uncontrolled ground pedestrian crossings.*
***Materials and/or methods.*** *The issues of time saving on traffic and pedestrian traffic improvement are analyzed as a socio-economic effect by means of a well-grounded identification of an uncontrolled ground pedestrian crossing location in the city streets using the given technology. The present recommendations, which have been given careful consideration, concerning the organization of uncontrolled ground pedestrian crossings in the city streets have a number of drawbacks, which enables us to define the aim and the task of the research.*
***Results.*** *General approaches to the identification of an uncontrolled ground pedestrian crossing in the city streets have been framed. The common technique of pedestrian correspondences identification in the city streets has been suggested; a corresponding scheme has been built. Approaches to the identification of an uncontrolled ground pedestrian crossing location in the city streets, traffic density, flow speed and road traffic safety have been analyzed.*
***Conclusion.*** *The calculation techniques of the vehicle characteristic of pedestrian correspondence, which additionally includes density, speed of the traffic flow, which intersects with the correspondence, and traffic safety have been devised. The index of the uncontrolled ground pedestrian crossings in the city streets of Gorlovka road network has been compiled; the corresponding data on their characteristics have been collected. Polling measurements of a single vehicle speed have been carried out to specify the traffic flow speed. Time of a pedestrian movement at corresponding pedestrian crossings has also been measured. Experimental calculations to check the established influence of an uncontrolled ground pedestrian crossing in the city streets on time expenditure on traffic and pedestrian traffic safety have been carried out. A new technique of an uncontrolled ground pedestrian crossing identification has been framed.*

***Keywords:*** *pedestrian crossing, pedestrian traffic, traffic density, speed, traffic safety, crossing movements.*

**Сведения об авторах**

**А.Н. Дудников**
Телефон: +380 (93) 890-58-84
Эл. почта: andudnikov@rambler.ru

**Р.О. Роменский**
Телефон: +380 (66) 210-55-74
Эл. почта: romensky@yandex.ua

*Статья поступила 22.06.2015 г.*
*© А.Н. Дудников, Р.О. Роменский, 2016*
*Рецензент к.т.н., доц. А.В. Толок*

**НОВИКИ ИЗД-ВА «ДОНЕЦКАЯ ПОЛИТЕХНИКА»**




*Электрооборудование технологических установок горных предприятий. Учебник для студ. высш. учебн. завед. / К.Н. Маренич, В.В. Калинин, Ю.В. Товстик, И.Я. Лизан, В.В. Коломиец. – Донецк: ООО «Технопарк ДонГТУ «УНИТЕХ», 2016. – 271 с. ISBN 978-966-8248-63-4*

В учебнике изложены основные положения относительно применения электрооборудования, вопросы электробезопасности и средств защиты, а также вопросы относительно проектирования, расчёта и выбора электрооборудования для предприятий с особо опасными условиями труда.

УДК 621.5

**М.Н. Чальцев /д.т.н./**
*Автомобильно-дорожный институт*
*ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет» (Горловка)*

# ТЕОРИЯ И РАЗРАБОТКА ПНЕВМОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

*Разработан уточненный метод аэродинамического расчета пневмотранспортных систем, основанный на классических законах аэро- и гидромеханики. Разработан и прошел промышленные испытания новый тип питателя пневмотранспортных систем – малогабаритный камерный питатель, обеспечивающий существенное сокращение материальных и энергетических затрат при его изготовлении и эксплуатации.*

***Ключевые слова:*** *пневмотранспортная система, аэродинамический расчет, малогабаритный камерный насос, быстродействующий затвор.*

Пневматический трубопроводный транспорт твердых дисперсных материалов широко применяется во многих отраслях промышленности, связанных с производством, переработкой и хранением разного рода сыпучих грузов. Пневмотранспортные системы (ПТС) просты по своей конструкции, компактны, защищают грузы от атмосферных воздействий, а окружающую среду – от запыления. Однако дальнейшее расширение сферы использования пневмотранспорта часто сдерживается, во-первых, отсутствием научно обоснованных и надежных инженерных методов аэродинамического расчета ПТС, а, во-вторых, ограниченным объемом и номенклатурой питателей ПТС, выпускаемых промышленностью, в том числе таких, которые отвечают современным требованиям.

Важнейшей задачей аэродинамического расчета пневмотранспортирования сыпучих материалов является правильная оценка потерь давления вдоль трассы трубопровода, которые обеспечивают наименьшие энергозатраты при устойчивом процессе транспортирования с заданной производительностью.

Наиболее часто в практике проектирования ПТС используется экспериментальная зависимость, предложенная Б. Бартом [1]:

$$\frac{\Delta P}{L} = \left(\lambda_a + \mu\lambda_5\right)\frac{\rho_a U_a^2}{2D},$$

где $\Delta P/L$ – удельные потери давления в трубопроводе длиной $L$; $\lambda_a$ – коэффициент трения воздуха о стенки трубы; $\mu$ – массовая концентрация смеси; $\lambda_5$ – дополнительный коэффициент сопротивления, отражающий наличие в смеси твердого материала, определяемый экспериментально; $\rho_a$ и $U_a$ – плотность и скорость движения воздуха; $D$ – диаметр трубы.

Известны попытки создания аналитических методов расчета [2-7], но они справедливы только для потоков низкой концентрации (до 5 кг/кг) и поэтому большого распространения не получили. Большинство промышленных ПТС работают при концентрациях 15-25 кг/кг и более высоких.

В большинстве известных работ предлагаются полуэмпирические методы расчета, которые не обеспечивают требуемую точность расчетов.

Таким образом, до настоящего времени не была разработана научно обоснованная методика гидравлического расчета установившихся пневмотранспортных потоков, которая была бы применима для широкого диапазона условий транспортирования.

Цель настоящей работы заключается в разработке уточненного метода аэродинамического расчета установившихся потоков в горизонтальных трубопроводах для проектирования промышленных ПТС, а также малогабаритных камерных питателей ПТС, с целью обеспечения надежности и эффективности их работы.

При аэродинамических расчетах ПТС исходными уравнениями для решения задачи движения газовзвеси в трубе служат гидравлические уравнения неразрывности, энергетического баланса (аналог известного уравнения Бернулли), гидравлических сопротивлений, а также уравнения состояния газа. При их записи полагается, что процесс расширения газа изотермический, а поток является одномерным, т.е. температура смеси в процессе транспортирования не изменяется, а ее плотность и концентрация изменяются при переходе от одного сечения трубопровода к другому.

Рассматривая задачу об удельных потерях давления в трубопроводе, т.е. на коротких его отрезках, считаем несущую среду несжимаемой. В этих условиях гидравлические уравнения неразрывности и движения газовзвеси имеют вид:

$$\rho_S S U_S = G_S,$$
$$\rho_a (1-S) U_a \omega = G_a,$$
$$\rho_m \frac{U_m^2}{2} + P + \Delta P = const,$$

где $\rho_S$, $\rho_m$ – плотность твердых частиц, плотность смеси воздуха и твердых частиц, соответственно; $U_S$ – скорость движения твердых частиц; $S$ – площадь поперечного сечения трубы; $G_S$ и $G_a$ – массовый расход материала и воздуха; $U_m$ – скорость движения смеси воздуха и твердых частиц; $\omega$ – скорость витания твердых частиц; $P$ – давление; $\Delta P$ – потери давления на участке трубопровода длиной $L$.

Последнее приведенное выражение является уравнением Бернулли для газовзвеси. С учетом зависимостей, предлагаемых в работах [8,9], получено выражение:

$$\frac{\Delta P}{L} = \left[ 1 + \frac{\mu^3 \left( \frac{\rho_a}{\rho_S} \right)^2}{C^2 \left( 1 - \mu \frac{\rho_a}{\rho_S} \right)^2} \beta_S \right] \lambda_m \frac{\rho_a}{d} \frac{U_a^2}{2}, \quad (1)$$

которое можно представить в виде:

$$\frac{\Delta P}{L} = \varphi \frac{\Delta P_a}{L},$$
$$\frac{\Delta P_a}{L} = \lambda_a \frac{\rho_a}{d} \frac{U_a^2}{2},$$
$$\varphi = \left[ 1 + \frac{\mu^3 \left( \frac{\rho_a}{\rho_S} \right)}{C^2 \left( 1 - \mu \frac{\rho_a}{\rho_S} \right)^2} \beta_S \right] \frac{\lambda_m}{\lambda_a},$$

где $\Delta P/L$ – удельные потери давления при движении чистого воздуха; $C$ – объемная концентрация твердых частиц; $\beta s$ – безразмерный коэффициент, являющийся аналогом коэффициента Кориолиса для потока несущей среды; $d$ – диаметр частиц твердого материала; $\varphi$ – коэффициент.

Проверочные расчеты по формуле (1) показали их почти полное совпадение с опытными данными. Погрешность расчетов не превышает 10 %.

Главным элементом ПТС является насос. В настоящее время большинство ПТС на Украине оборудованы устаревшими пневмовинтовыми насосами (ПВН). Для привода шнека ПВН используется электродвигатель, мощность которого составляет 3-5 кВт на перемещение 1 тонны груза за час. Так, для ПТС производительностью 100 т/час, мощность двигателя составляет 300-500 кВт.

С целью экономии электроэнергии и повышения надежности ПТС целесообразна замена ПВН на камерные насосы, в которых привод вообще отсутствует.

Однако существует проблема замены этих насосов в условиях действующего производства, т.к. высота камерного насоса намного больше высоты ПВН при одинаковой производительности. Такая замена связана с перекомпоновкой технологического оборудования и значительными капитальными затратами.

В Автомобильно-дорожном институте ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет» под руководством автора разработан новый тип насоса – малогабаритный камерный питатель (МКП), который предназначен для внедрения в действующее производство без реконструкции.

Решению этой проблемы посвящены 10 лет научных исследований, в результате которых созданы новые системы управления насосом, быстродействующие затворы, устройства интенсификации процессов загрузки и разгрузки камеры питателя. Первый образец питателя НК-5 (рис. 1) успешно работает на Славянской ТЭС ПАО «Донбассэнерго» в линии подачи угольной пыли от пылеприготовительного цеха на энерго-

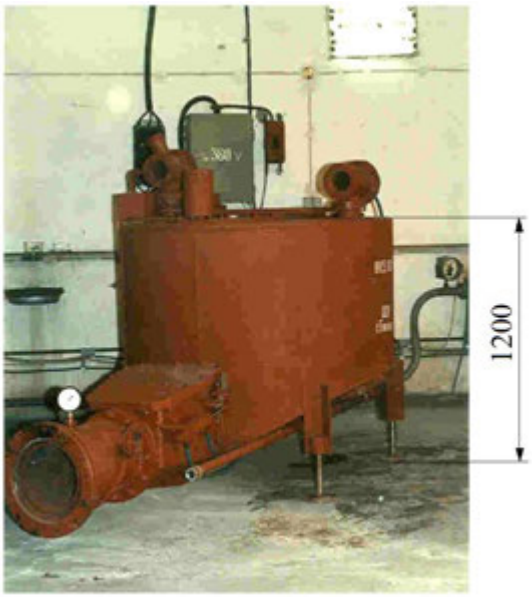


Рис. 1. Внешний вид МКП НК-5

Табл. 1. Сравнительная техническая характеристика малогабаритного и серийных камерных насосов

| Показатели | Тип насоса | | |
|---|---|---|---|
| | НК-5 | ТА-29А | ПВН |
| Производительность, т/час | 60 | 60 | 60 |
| Мощность привода, кВт | силовой привод отсутствует | | 200 |
| Затраты воздуха, $м^3$/мин | 45 | 58 | 50 |
| Диаметр трубопровода, мм | 300 | 300 | 300 |
| Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм | 2400×1420×1200 | 3700×3300×4700 | 3000×900×1200 |
| Емкость камеры, $м^3$ | 0,8 | 6,8 | нет данных |
| Ориентировочная стоимость, тыс. грн | 50 | 272,7 | 600 |

блок. Им заменен ПВН с приводом 200 кВт, благодаря чему повышена надежность работы ПТС. Принято решение об оснащении камерными насосами всех 10 линий пылеподачи.

Малогабаритные насосы подобного типа могут быть использованы во всех областях промышленности. Насос прост по конструкции, его изготовление возможно в условиях ремонтных мастерских.

Технические характеристики питателя НК-5, серийного камерного насоса ТА-29А производства ООО «Торговый дом Бецема», а также действующего ПВН приведены в табл. 1.

Из приведенных данных в табл. 1 видно, что при значительно меньших габаритах и стоимости изготовления малогабаритный питатель НК-5 обеспечивает такую же производительность, как и серийный камерный насос. По сравнению с ПВН, существенно снижены затраты электроэнергии за счет отсутствия силового привода.

Сохранение высокой производительности МКП стало возможным благодаря созданию и применению быстродействующей арматуры и органов управления камерным насосом.

Технические решения защищены патентом Украины [10] и авторскими свидетельствами [11-14].

**Выводы**

Разработан уточненный метод расчета параметров пневмотранспортирования для установившегося аэродисперсного потока как сжимаемой среды, базирующийся на аэродинамических уравнениях неразрывности, энергетического баланса, гидравлических сопротивлений, а также на уравнениях состояния газа.

Разработан МКП для пылевидных материалов, обеспечивающий существенное снижение энергозатрат и повышение производительности пневмотранспортных систем.

Снижение габаритов камерного питателя является одним из перспективных направлений совершенствования ПТС.

Результаты выполненных исследований использованы при проектировании и внедрении МКП на Славянской ТЭС и на предприятиях строительной индустрии.

**Список литературы**


1. Барт В. Аэродинамические проблемы в технологических процессах / Сб. «Мельничный пневматический транспорт за рубежом». – М.: Хлебоиздат, 1957. – С. 3-17.
2. Chaltzev M. Design technique of the pneumotransport critical regime at minor differential pressure / TEKA: Commission of motorisation and power industry in agriculture Lublin university of technology Volodymyr Dal East-ukrainian national university of Lugansk. – Lublin, 2011. – Vol.XA. – P. 29-38.
3. Comparison of saltation velocity and pickup velocity correlations for pneumatic conveying / S. Plasynski, S. Dhodapkar, G.E. Klinzing, F. Cabrejos / AIChE Symp. – 1991. – Ser.87. – P. 78-90.
4. Ratnayake C. A comprehensive scaling up technique for pneumatic transport systems. Thesis. – Porsgrunn, Norway: Telemark University College, 2005. – 299 p.
5. Klinzing G.E. Silids flow behavioz in bends: assessing fine solids buildup / Powder technology. – 2000. – No.113 – P. 124-131.
6. Кузнецов А.А. К вопросу о методах расчета процессов пневмотранспорта сыпучих строительных материалов [Электронный ресурс] / Современные проблемы науки и образования. – 2012. – №3. – Режим доступа: http://science-education.ru/ru/article/view?id=6438
7. Хлудеев В.И., Ефременко А.Н., Ефременко С.Н. Энергосберегающие технологии пневмотранспорта сыпучих материалов. Практические преимущества модернизированных энергосберегающими модулями ООО «Технологии энергосбережения» камерных насосов российского производства, которые экономят электроэнергию, перед дорогостоящими винтовыми насосами «IBAU» – Германия. [Электронный ресурс]. – Режим дос-

тупа: http://download.beton.ru/news/tes/Power%20saving%20up.pdf
8. Криль С.И., Чальцев М.Н. Уравнение Бернулли для потока газовзвеси / Прикладная гидромеханика. – 2004. – Т.6(78), №1. – С. 3-8.
9. Чальцев М.Н. О гидравлическом расчете трубопроводов для пневмотранспортных систем / Вестник Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт». Сер. Машиностроение. – 2000. – Т.1, №38. – С. 50-54.
10. Патент 45804 Україна, МПК B65G 53/04. Спосіб пневматичного транспортування дрібнофракційних сипучих матеріалів / М.М. Чальцев, Б.Є. Бугайов – №2001074787; заявл. 10.07.2001; опубл. 01.02.02., Бюл. №2.
11. А.с. 1216099 СССР, МКИ[4] B65G53/46. Пневмозатвор камерного питателя / М.Н. Чальцев, Б.Е. Бугаев, В.И. Бабенышев, Е.В. Павлов. – №3820068/27-11; заявл. 06.12.84; опубл. 07.03.86, Бюл. №9.
12. А.с. 1416403 СССР, МКИ[4] B65G53/40. Устройство для загрузки сыпучего материала в пневмотранспортную установку / М.Н. Чальцев, Б.Е. Бугаев, Л.М. Португальский, В.В. Бражников. – №4183987/24-11; заявл. 23.01.87; опубл. 15.08.88, Бюл. №30.
13. А.с. 1668257 СССР, МКИ[4] B65G53/40. Питатель для пневматической подачи сыпучего материала / М.Н. Чальцев, Б.Е. Бугаев, В.Н. Павлюченко, В.А. Педос. – №4739026/11; Заявл.19.09.89; Опубл. 07.09.91, Бюл. №29.
14. А.с. 1523809 СССР, МКИ[4] F16J15/00. Способ уплотнения / М.Н. Чальцев, Б.Е. Бугаев, В.И. Бабенышев, Е.В. Павлов. – №4318076/31-29; заявл. 19.10.87; опубл. 23.11.89, Бюл. №43.

**M.N. Chaltsev /Dr. Sci. (Eng.)/**
*Automobile and Highway Institute Donetsk National Technical University (Gorlovka)*

## WAYS OF IMPROVING PNEUMATIC TRANSPORT SYSTEMS

***Background.*** *Pneumatic tube transport of solid disperse materials is widely used in many industries that deal with production, processing and storage of various types of granular bulk. Pneumatic transport systems (PTS) are easy to construct, they are compact and protect the bulk from atmospheric effects and the environment from dust. However, the further development of pneumatic transport usage is often constrained first of all due to the lack of scientifically substantiated and reliable engineering techniques of PTS aerodynamic calculation, secondly, due to the restricted volume and range of the manufactured PTS feeders including those which comply with modern requirements.*
***Materials and/or methods.*** *As a result of a 10-year research, the scientifically substantiated engineering technique of aerodynamic calculation of the settled flows in horizontal pipelines has been developed, which enables the design of industrial pneumatic transport systems aiming at the provision of reliability and efficiency of their operation.*
***Results.*** *PTS pumps have been improved. New high-speed penstocks have been designed. The dependence of aerodynamic calculations of the settled flows in the horizontal pneumatic transport pipeline has been drawn. A new type of a PTS pump has been designed and industrially tested, which is a small-sized chamber pump (SCP) for powder-like substances which provides a considerable reduction of material costs and energy losses and improves the efficiency of pneumatic transport systems. The basic principles of its construction design have been worked out.*
***Conclusion.*** *The small-sized chamber pump which has been designed is introduced at Slavyansk Thermal Power Plant and at the construction industry enterprises. The annual economic effect of one SCP makes up 400000 hrn.*

***Keywords****: pneumatic transport system, aerodynamic calculation, small-sized chamber pump, high-speed penstock.*

**Сведения об авторах**
**М.Н. Чальцев**
Телефон: +380 (624) 55-25-14
Эл. почта: druknf@rambler.ru

*Статья поступила 22.06.2015 г.*
*© М.Н. Чальцев, 2016*
*Рецензент д.т.н., проф. Н.И. Мищенко*

УДК 624:613.6:369.2

**С.П. Высоцкий /д.т.н./**
*Автомобильно-дорожный институт*
*ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет» (Горловка)*
**Т.С. Башевая /к.т.н./**
*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры (Макеевка)*

# РИСКИ В СТРОЙИНДУСТРИИ И ОБОСНОВАНИЕ ПЕНСИОННОГО ВОЗРАСТА

*Приведен анализ рисков развития заболеваний и получения производственных травм в строительной отрасли промышленности. Выведены аналитические зависимости показателей рисков для различных специальностей. С использованием вербально-цифровой шкалы Харрингтона найдены значения возраста выхода на пенсию или смены специальности.*

***Ключевые слова:*** *строительная индустрия, производственная травма, профзаболевание.*

Строительная отрасль промышленности отличается высоким уровнем частоты смертельных случаев на производстве. На рис. 1 приведена гистограмма распределения опасностей в повседневной жизни [1,2]. Как видно из приведенных данных, среднестатистический уровень опасности в строительной отрасли промышленности в 1,91 раза превышает уровень опасности в химической промышленности.

В свою очередь, взаимоотношения между производственными факторами риска и их результатами приведены на рис. 2.

Методика оценки вероятности получения травмы в течение жизни для отдельных специальностей имеет существенное значение. Очевидно, что с увеличением возраста индивидуального работника риск получения травмы увеличивается, при этом для отдельных категорий работающих он значительно отличается.

В США для оценки накопленного риска принята следующая формула [3]:

$$PPPP = [1-(1-R)^{\tau}]\cdot 1000,$$

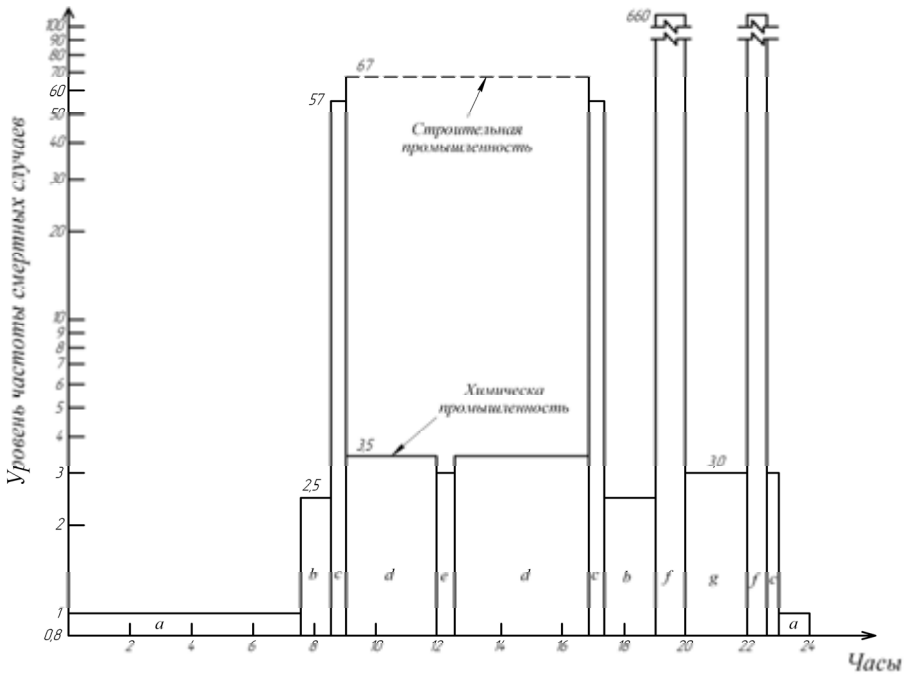



Рис. 1. Опасности, сопровождающие повседневную жизнь:
*a* – время ночного сна; *b* – завтрак, умывание, одевание и пр. (в домашних условиях);
*c* – поездка на службу или со службы в собственном автомобиле;
*d* – рабочее время; *e* – время обеденного перерыва; *f* – езда на мотоцикле;
*g* – культурные мероприятия и развлечения (например, посещение кафе)

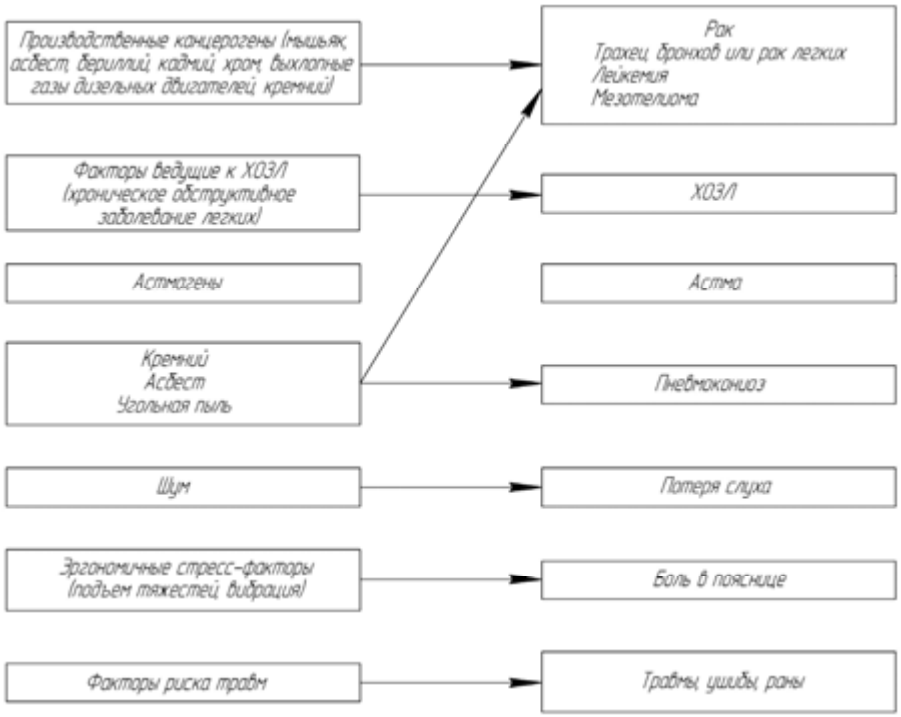



Рис. 2. Отношения между производственными факторами риска и их результатами

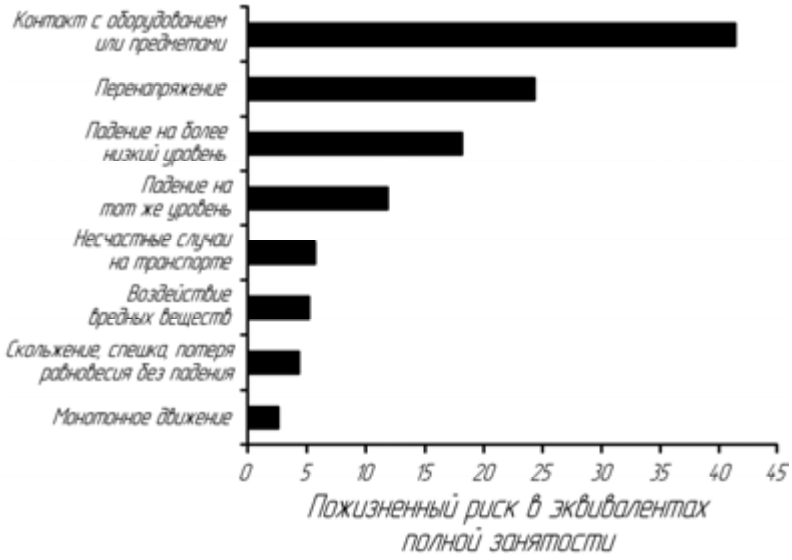



Рис. 3. Риск травм в строительстве с потерей рабочего времени для рабочих с возрастом 45 лет

где *РРПР* – рабочий риск в течение продолжительности работы; τ – время воздействия риска получения травмы, при возрасте работающего «τ» лет; *R* – вероятность получения травмы работником в текущем году; (1-*R*) – вероятность работы без травм в текущем году; $(1-R)^{\tau}$ – вероятность неполучения травмы при работе в течение «τ» лет; $1-(1-R)^{\tau}$ – вероятность получения травмы за «τ» лет занятости.

Градация уровней пожизненного риска в эквивалентах потери времени от полной занятости персонала приведена на рис. 3 [2]. Как видно из представленных данных, превалирующими факторами риска является контакт с оборудованием или предметами, перенапряжение и падение на более низкий уровень. Соответственно, для предотвращения несчастных случаев наибольшее внимание должно уделяться этим факторам.

Превалирующими факторами риска является развитие легочных заболеваний. Это особенно актуально для рабочих, связанных с выполнением кровельных, изоляционных работ, для работающих с цементом, отделочников, маляров.

Уровень накопленного риска хронического обструктивного заболевания легких в зависимости от вида занятости и достигнутого возраста приведены на рис. 4.

Авторами выполнен анализ данных по величине рисков для строительных специальностей, приведенных в работе [2].

Обработка данных в координатах

$$\lg R = f\left(\frac{1}{B}\right),$$

где $B$ – достигнутый возраст рабочих, показала, что зависимость аппроксимируется прямыми линиями с одинаковым или близким углом наклона прямых для большинства специальностей (рис. 5). Отличие касается административных работников и научных сотрудников.

Соответственно, значения показателей накопленного риска развития обструктивного заболевания легких у работников различных специальностей определяются следующими зависимостями:

– кровельщики (возраст до 50 лет):

$$R = 1{,}06\exp\left(-\frac{115{,}13}{B}\right),$$

– каменщики:

$$R = 0{,}83\exp\left(-\frac{115{,}13}{B}\right),$$

– столяры:

$$R = 0{,}66\exp\left(-\frac{115{,}13}{B}\right),$$

– механики:

$$R = 0{,}49\exp\left(-\frac{115{,}13}{B}\right),$$

– рабочие прочих специальностей:

$$R = 0{,}37\exp\left(-\frac{115{,}13}{B}\right),$$

– административные работники и научные сотрудники:

$$R = 0{,}29\exp\left(-\frac{115{,}13}{B}\right).$$

Практика деятельности человека сопряжена с использованием многих показателей в качественном виде. Сюда можно отнести понятие опасности, оценку возрастных изменений и их влияние на возможность выполнения должностных обязанностей, оценку возраста человека для выхода на пенсию, отбор работников для выполнения тех или иных обязанностей и др. [4].

С точки зрения беспристрастного выбора оптимальных решений и даже законодательных постановлений наиболее целесообразно применение количественных показателей. Обработка количественными методами качественной ин-

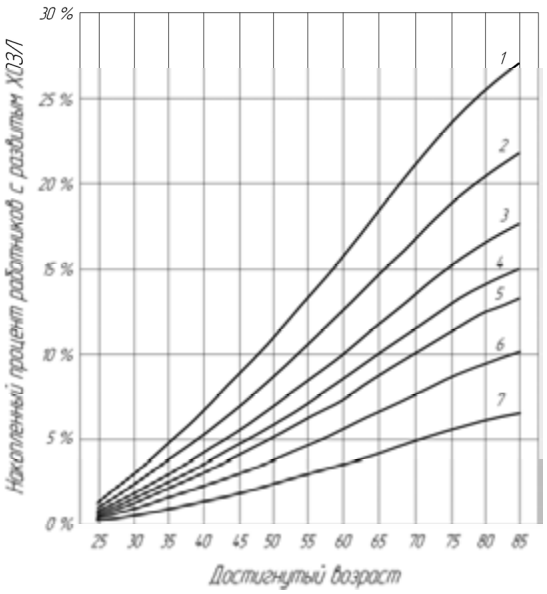



Рис. 4. Строительные специальности с накопленным риском развития хронического обструктивного заболевания легких (ХОЗЛ) в зависимости от достигнутого возраста: *1* – кровельщики; *2* – каменщики; *3* – столяры, плотники; *4* – инженеры; *5* – машинисты и механики; *6* – все другие специальности; *7* – административные работники и научные сотрудники

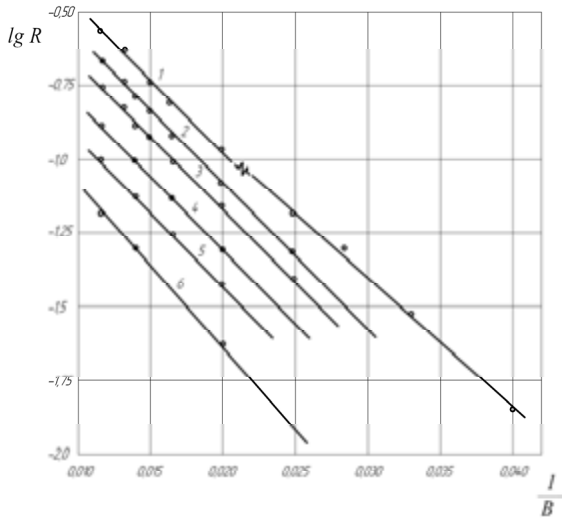



Рис. 5. Зависимость величины накопленного уровня риска от вида занятости персонала и достигнутого возраста: *1* – кровельщики; *2* – каменщики; *3* – столяры, плотники; *4* – машинисты, механики; *5* – прочие специальности; *6* – административные работники и научные сотрудники

Табл. 1. Вербально-числовая шкала Харрингтона

| № п.п. | Наименование градации | Числовые интервалы | Среднее количественное значение |
|---|---|---|---|
| 1 | очень низкая | 0-0,2 | 0,1 |
| 2 | низкая | 0,2-0,37 | 0,285 |
| 3 | средняя | 0,37-0,63 | 0,5 |
| 4 | высокая | 0,63-0,8 | 0,715 |
| 5 | очень высокая | 0,8-1 | 0,9 |

Табл. 2. Ранжирование значения «*y*» от величины предэкспоненциального множителя в уравнениях рисков

| Предэкспоненциальный множитель | 1,06 | 0,83 | 066 | 0,49 | 0,37 |
|---|---|---|---|---|---|
| Значение «*y*» | 0,77 | 1 | 1,17 | 1,38 | 1,5 |

формации основана на использовании вербально-числовых показателей, в состав которых включены как наименования градаций, так и соответствующие им качественные значения.

В широкой практике во многих отраслях человеческой деятельности: в экономике, технике и даже медицине используется вербально-числовая шкала Е.К. Харрингтона (табл. 1).

Указанная шкала настроена на основание логистической функции Харрингтона – так называемой «кривой желательности» или «кривой предпочтительности» [5]:

$$d = \exp[-\exp(-y)], \qquad (1)$$

где $y$ – частные показатели; $d$ – шкала предпочтительности или желательности.

Функция «*y*» имеет два участка насыщения: в $d$=0 и $d$=1. С линейным участком от $d$=0,2 до $d$=0,8. Интервал от $2 \le y \le 5$, является промежутком эффективных значений. Линейному участку значений $d$ соответствуют значения «*y*» 0,7-1,5.

Функция Харрингтона как функция принадлежности обладает такими свойствами как: адекватность, статическая чувствительность и эффективность. Здесь под понятием чувствительности понимается отношение по шкале предпочтений (желательности) к вызвавшему его приращению по шкале признака (в нашем случае – риска возникновения неблагоприятных ситуаций: травм, заболеваний и др.).

Из полученных ранее значений показателей рисков следуют интересные следствия. По вербально-числовой шкале Харрингтона уровень высокой предпочтительности (желательности) соответствует числовому интервалу 0,63-0,8. Этот интервал, обозначающий частную желательность (от франц. *desirable* – желательный), является откликом на значения $y$, полученные по формуле (1) и равные 0,77 и 1,5, соответственно, для $d$=0,63 и 0,8. Можно принять уровни значений возраста выхода работника на пенсию или перевода его на работу, связанную с меньшим риском для здоровья в диапазоне от 50 до 65 лет. Следует отметить, что уменьшение нижнего уровня связано с социальными проблемами. Верхний уровень в разных странах имеет градацию от 60 лет (Россия, Украина), 65 (ФРГ), 70 лет (Япония). Из логических соображений значения «*y*» пропорциональны логарифму показателей рисков.

Составив уравнения для большего и низшего значения возрастов с учетом частных показателей, $y$ получим:

$$\begin{cases} a\left[\ln 1{,}06 \exp\left(-\dfrac{115{,}13}{50}\right)\right] + b = 0{,}77; \\ a\left[\ln 0{,}37 \exp\left(-\dfrac{115{,}13}{65}\right)\right] + b = 1{,}50; \end{cases} \qquad (2)$$

$$\begin{cases} b - 2{,}24a = 0{,}77; \\ b - 2{,}76a = 1{,}50. \end{cases} \qquad (3)$$

Из приведенных уравнений находим значения $a$=-1,4 и $b$=-2,37 после ранжирования значения $y$ в соответствии с изменением предэкспоненциального множителя в пределах 0,77≡1,5 по данным табл. 2.

Подставив значения «*y*» в соответствующие уравнения аналогично (2) и (3), находим предельные значения возраста для кровельщиков – 50 лет; каменщиков – 52 года; столяров – 55 лет; механиков – 59 лет и для работников прочих специальностей – 65 лет.

**Выводы**

1. Выполнен анализ рисков развития заболеваний и получения производственных травм для строительной отрасли промышленности.

2. Приведены аналитические зависимости для риска развития заболеваний и получения производственных травм для отдельных специальностей в строительной отрасли промышленности.

3. На основе использования вербально-числовой шкалы Харрингтона выполнена оценка

возраста для выхода на пенсию или смены профессии для работников различных специальностей в строительстве.

**Список литературы**


1. Пістун І.П. Безпека життєдіяльності. – Суми: Університетська книга, 1999. – 301 с.
2. Risk of a Lifetime in Construction. Part 1: Traumatic injuries / S.D. Xiuwen, K. Ringen, L. Welch, J. Dement // American journal of industrial Medicine. – 2014. – No.57. – P. 973-983.
3. Prieto B. Application of Life Cycle Analysis in the Capital Assets Industry / PM World Today – Featured Paper, March. – 2012. – P. 36.
4. Chen G., Pham T.T. Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems. – London; New York: CRC press, 2010. – 328 p.
5. Ходашинский И.А. Идентификация нечетких систем: методы и алгоритмы / Проблемы управления. – 2009. – № 4. – С. 15-23.



**S.P. Vusotsky /Dr. Sci. (Eng.)/**
*Automobile and Highway Institute Donetsk National Technical University (Gorlovka)*
**T.S. Bashevaya /Cand. Sci. (Eng.)/**
*Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture (Makeyevka)*


## RISKS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY AND SUBSTANTIATION OF THE RETIREMENT AGE


***Background.*** *The construction industry is characterized by the high injury level and the development of occupational diseases. The average risk level in the construction industry is 1.91 times higher than in the chemical industry. The assessment technique of getting an injury during a lifetime for definite professions is of significant importance. It is evident that the risk of getting a job-related injury increases with the advancing years of an individual worker, besides it varies depending on the categories of workers.*

***Materials and/or methods.*** *Using the data obtained by the American researchers, the analytical dependences of the accumulation risk rate of the obstructive pulmonary disease development among workers of various professions in the construction industry have been drawn.*

***Results.*** *Industrial risk factor characteristics and their consequences, namely, health loss, have been provided. The increased age of a worker leads to the increased risk of getting an injury; the risk varies considerably for definite categories of workers. Rates of the lifelong risk level gradation in terms of time loss of full time personnel employment have been given. It is also shown that quantitative methods must be applied for qualitative data processing using such qualitative rates as danger, assessment of age-related changes and the possibility of performing professional duties. Using the verbal-numerical Harrington scale and the obtained risk factors allows us to assess the rate levels of the worker's retirement age or his or her assignment to a less hazardous position. According to the Harrington scale the highest preference level ranging from 0.63 to 0.8, is set, which corresponds to the individual value rates ranging from 0.77 to 1.5. The latter is proportional to the logarithm of the injury risk level or the development of occupational diseases among workers of corresponding professions. For the professions in the construction industry the rate levels of the worker's retirement age or his or her assignment to a less hazardous position are established at 50-65 years. The upper level in various countries ranges from 60 to 70 years, while the reduction of the bottom level relates to the social problems.*

***Conclusion.*** *On the basis of the risk level assessment using the Harrington desirability scale, the recommended age rates have been assessed, which makes up 50 years for roofers, 52 years for masons, 55 years for joiners, 59 years for mechanics and 65 for other professions.*



***Keywords:*** *construction industry, job-related injury, occupational disease.*



**Сведения об авторах**

**С.П. Высоцкий**
Телефон: +380 (50) 649-84-36
Эл. почта: dlakachansm@mail.ru

**Т.С. Башевая**
Телефон: +380 (95) 684-97-38
Эл. почта: bashevaya@mail.ru



*Статья поступила 22.06.2015 г.*


*© С.П. Высоцкий, Т.С. Башевая, 2016*


*Рецензент к.т.н., доц. Л.Н. Морозова*

УДК 330.101.8:334.012.33

**С.М. Качан**
*ГВУЗ "Донецкий национальный технический университет" (Донецк)*

# ТЕОРИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОРЯДКА: СОВРЕМЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЭФФЕКТИВНОГО ГОСУДАРСТВА

*Рассматривается вопрос применимости теории экономического порядка при обосновании стратегии эффективного государственного регулирования социально-экономической системы. Приведены ключевые элементы иерархической модели современной экономики Донбасса как основы развития нового действенного экономического порядка.*

***Ключевые слова:*** *теория экономического порядка, эффективное государство, государственное регулирование.*

В современных условиях нестабильности функционирования политической, экономической и социальной систем актуализируется проблема становления адекватной системы государственного регулирования, способной эффективно реагировать на вызовы внешней среды в вопросах упорядочения хозяйства. Становится очевидной необходимость разработки и теоретической концепции экономической политики, которая должна учитывать сложившуюся систему экономического порядка, соответствующую современным экономическим реалиям и потребностям общества, и проведения основных мероприятий государственной политики по регулированию социально-экономических систем и разработки эффективной системы деятельности государственных органов.

Исследование вопросов в обозначенной сфере приобретает особую актуальность в ситуации существенных политических и социально-экономических изменений условий государственного устройства и хозяйствования Донбасса.

Весомый теоретический вклад в исследование проблем эффективности хозяйствования и практических аспектов государственного регулирования на различных исторических этапах предложен многими как отечественными, так и зарубежными учёными и специалистами [1-4]. Однако, целью данной работы является исследование применения концептуальных положений теории экономического порядка при формировании эффективного государства. Поскольку данная теория анализирует факты без отрыва от повседневной хозяйственной жизни, то анализ результатов ее применения будет полезен в процессе упорядочения современного хозяйства.

По происхождению теория экономического порядка, базовой дефиницией которой является сам экономический порядок, является специфически национальной (немецкой), но она становится универсальной при условии применения её основных принципов с учетом специфики той или иной социально-экономической системы.

Основным предметом исследований экономистов в сфере упорядочения социально-экономических систем, является анализ не только готовых хозяйственных порядков, но и процесс их становления, функционирования и изменения. Именно теория экономического порядка рассматривает вопрос о целенаправленности действий различных экономических субъектов по формированию определенного порядка социально-экономической системы [1-4].

Экономический порядок – это совокупность правил и норм, установленных и принятых в данном обществе [5]. Неразрывно с этими правилами связаны те формы, через которые они реализуются, и механизмы, обеспечивающие такую реализацию. Сущность концепции экономического порядка заключается в том, что ни идеология, ни производственные отношения, а принципы и правила хозяйствования и экономического управления отличают одну социально-экономическую систему от другой. Согласно этому подходу существующие экономические порядки делятся на типы.

По мнению В. Ойкена, основателя теории экономического порядка, экономический порядок является совокупностью реализованных на практике хозяйственных форм, в которых протекает повседневный конкретный хозяйственный процесс [6]. Экономический порядок, как подчеркивает В. Ойкен, может быть установлен государством (государственными субъектами) или вырастать в ходе исторического (эволюционного) развития.

Для того, чтобы проанализировать экономическую систему Донбасса, нужно сравнить ее с двумя основными типами экономического порядка: централизованно-управляемым хозяйством, подтипами которого является индивидуальное хозяйство, централизованно-административным хозяйством и меновым (рыночным) хозяйством [6].

И хотя в реальности существует множество подвидов и переходных форм экономических порядков, определить его для существующей социально-экономической системы Донбасса можно как «псевдорыночный», с низкой степенью социальной ориентации и действенного влияния государственного управления, что в большей степени определено наследием государственного устройства и значительной политической и социальной нестабильностью.

Оценка влияния государственного управления на состояние современного упорядочения экономики Донбасса может быть представлена следующими базовыми характеристиками:

– неопределенность государственных институтов в ценностных ориентирах, мировоззренческих установках и мотивациях развития общества;

– несовершенство и противоречивость законодательно-правовой базы, частая смена «правил игры» и, как следствие, неясность и неопределенность целей реформ и правил принятия политических и хозяйственных решений;

– проявление негативных форм адаптации различных групп населения к условиям хозяйствования, что снижает возможности государства по регулированию социально-экономических процессов;

– падение жизненного уровня населения, ухудшение финансового, экономического и политического положения государства.

Необходимо отметить, что в современных условиях упорядочения экономики ни рынок, ни государство, ни общественные институты со своими социальными функциями не справляются. Ставка на рынок (а не на конкуренцию), как на самоорганизующуюся систему, приводит не столько к утверждению общих либеральных ценностей, сколько к формированию экономики с сырьевой структурной ориентацией и высокой степенью монополизации [7]. Одно лишь государство также не в состоянии обеспечить необходимый уровень социально-экономического развития общества, поэтому необходимо координирование действий, как частных, так и государственных субъектов хозяйствования при решении проблемы совместимости индивидуальных ценностей с существующей системой упорядочения в социально-экономической сфере [8].

На сегодняшний день в мире из 180 стран с упорядочением рыночного типа, около 30 можно отнести к странам с социально ориентированной экономикой [9]. Признавая факт рыночной ориентации развития ведущих государств, следует отметить, что экономический порядок рыночного типа на современных условиях должен быть согласован с государственной экономической политикой.

Экономический порядок рыночного типа имеет свою иерархическую структуру, что обусловлено спецификой координации деятельности субъектов экономической системы (рис. 1) [10].




Рис. 1. Структура упорядочения субъектов социально-экономической системы

В иерархической структуре экономической системы Донбасса в современных условиях деятельность субъектов скоординирована иначе. Так, правила функционирования факторных рынков часто определяются нормативной деятельностью органов государственного управления и транснациональных корпораций (ТНК), а характер взаимодействия домохозяйств и предприятий – тактическими и стратегическими решениями международных экономических организаций [10]. Следовательно, необходимо проведение экономической политики государства в Донбассе, ориентированной на упорядочение деятельности субъектов по новому эффективному типу.

Экономическая политика представляет комплекс экономических целей и мероприятий государства, обеспечивающих решение стратегических и тактических задач развития экономической системы в соответствии с интересами государства. Целью государственной экономической политики является достижение максимально возможного благосостояния общества путем всестороннего развития социально-экономической системы страны и обеспечение социальной и политической стабильности [11].

В процессе разработки государственной экономической политики формируется и законодательно закрепляется совокупность целей государственного управления экономикой, реализацию которых обеспечивают органы государственной власти. Цели государственного управления экономикой лежат в плоскости обеспечения ее эффективного развития и определяются уровнем и средой функционирования социально-экономической системы с учетом возможностей и ограничений, сильных и слабых характеристик [12].

Понятие эффективности государственной экономической политики предполагает два подхода. Первый связан с оценкой технической эффективности, второй – относительной эффективности. В показателях технической эффективности находит отражение характер оцениваемой деятельности [13]. Показатели относительной эффективности характеризуют то, как реализуется оцениваемая деятельность, насколько производительно используются затрачиваемые ресурсы. Эффективность управленческого или административного труда оценивается путем определения соотношения между полученным результатом и затраченными ресурсами [14].

В международной практике используются различные интегральные показатели для оценки эффективности государственного управления, основными для социально-экономических систем, находящихся на этапе формирования государственности, являются: GRICS, WBES, BEEPS, ИВК.

Показатель GRICS (Governance Research Indicator Country Snapshot) оценивает эффективность государственного управления в межстрановом сравнении. Показатель был разработан на основе нескольких сотен переменных и состоит из шести индексов, отражающих шесть параметров государственного управления. Эти параметры были выделены на основе общего определения, согласно которому «государственное управление» понимается как совокупность традиций и институциональных образований [15].

Показатели WBES (World Business Environment Survey) позволяют получить сравнительную оценку государственной политики, делового климата, качества регулирования, уровня коррупции, качества государственных услуг в контексте взаимодействия между бизнесом и государством.

Показатели BEEPS (Business Environment and Enterprise Performance Survey) также дают сравнительную оценку качества управления, делового климата, конкурентной среды, уровня коррупции в контексте взаимодействия между бизнесом и государством в странах с переходной экономикой.

ИЭС (Индекс экономической свободы) рассчитывается для 161 страны на основе 50 характеристик, объединенных в 10 факторах экономической свободы: торговая политика, фискальная политика, государственная интервенция в экономику, монетарная политика, иностранные инвестиции и потоки капитала, банковская сфера, зарплаты и цены, имущественные права, государственное регулирование, черный рынок. Каждый фактор оценивается по шкале, в соответствии с которой качественные или количественные характеристики переводятся в баллы от одного до пяти: чем больше значение показателя, тем значительнее интервенция государства в экономику страны и тем ниже уровень экономической свободы [16]. Важно подчеркнуть, что при формировании эффективного государства значение указанных показателей не должно выходить за предельные рамки.

В исследованиях эффективности государственного управления, государственной бюрократии и институтов государства можно выделить следующие теоретико-методологические подходы, связывающие эффективность с определенными аспектами государственного управления: концепция профессионализма; концепция рациональной бюрократии; подход, связанный с теорией жизненных циклов; экономический

подход; экологический подход; подход, основанный на концепции управления качеством.

Наиболее практически применимыми в достижении стратегических целей государственного управления и процессе упорядочения хозяйства, являются экономический подход и подход, основанный на концепции управления качеством. Первый подход связывает повышение эффективности деятельности органов государственной власти с наличием механизма конкуренции среди ведомств, системой внедрения инноваций, а также политической и социальной подотчетностью государственных органов и в рамках подхода, основанного на концепции управления качеством, основное внимание акцентируется на создании в органах государственной власти системы постоянного совершенствования процессов и государственных услуг; вовлечении в эту деятельность государственных служащих, максимально используя их творческий потенциал и организуя их групповую работу. Управление качеством основано на взаимосвязи потенциала органов государственной власти и результатов деятельности при постоянном соотнесении со стратегическими целями упорядочения хозяйства [15].

Достижение целей государственного управления в сфере экономики основывается на конституционных принципах по построению эффективного государственного упорядочения и осуществляется через реализацию таких функций государственного управления как: организация, планирование и прогнозирование, мотивация, регулирование, контроль.

Организация как функция государственного управления экономикой заключается в формировании организационных положений, которые определяют порядок управления и регулирования, который позволяет создавать организационные условия для функционирования субъектов экономической деятельности, устанавливать порядок привлечения и использования ресурсов в процессе экономической деятельности, формировать организационную структуру управления экономикой на разных уровнях, налаживать взаимосвязь и взаимодействие между объектами и субъектами государства [3].

Функция планирования в государственном управлении экономикой заключается в постановке целей развития экономики в целом и отдельных ее составляющих, закреплении качественных и количественных критериев реализации целей, определении необходимых для их достижения ресурсов, способов и сроков, а также форм и методов поэтапного контроля над деятельностью экономических агентов, привлеченных к достижению поставленных целей.

Функция прогнозирования в государственном управлении экономикой заключается в выработке обоснованных возможных вариантов развития экономики в будущем, определении путей и сроков достижения стратегических экономических целей.

Мотивация как функция государственного управления экономикой заключается в диагностике мотивов поведения участников экономических отношений с тем, чтобы применить к ним наиболее действенные способы и методы управленческого воздействия.

Функцию регулирования можно рассматривать в широком и узком смысле. В широком смысле, регулирование заключается в установленных государством определенных общих правил поведения экономических агентов путем принятия законов и других нормативно-правовых актов. В узком смысле, государственное регулирование выступает как функция государственного управления в конкретных сферах экономики, включая отдельные аспекты экономических отношений. Действенными рычагами государственного регулирования экономики являются: налоговая система, государственный бюджет, государственные заказы, таможенные тарифы, государственные целевые программы.

Контроль в государственном управлении экономикой рассматривают как с точки зрения упорядочения деятельности государственных структур, так и гармонизации экономических отношений. Контроль дает возможность выявлять и предупреждать отклонения в развитии экономической системы от определенных параметров и принимать меры для приведения ее в состояние соответствия с ними [17].

Экономический порядок, обуславливающий формирование эффективного государства, должен основываться на следующих принципах государственного управления экономикой: объективности управления, демократии, правовой упорядоченности, законности, публичности, сочетания централизации и децентрализации, социальной направленности.

Принцип объективности государственного управления экономикой выражает зависимость системы государственного управления экономикой от общественных, законодательно определенных целей, которые поставлены и решаются в определенный исторический отрезок времени; характера, уровня развития и закономерностей экономического развития страны; имеющихся средств и ресурсов, подлежащих привлечению к управлению экономикой; внутренних закономерностей функционирования и развития управ-

ления как определенного системного общественного явления [16].

Принцип демократизма воспроизводит народовластие в государственном управлении экономикой и предусматривает установление глубоких постоянных взаимозависимостей между экономическими агентами и государством как предпосылки формирования демократической системы упорядочения, которая бы базировалась на демократических принципах ее осуществления и поиска компромисса между интересами государства, бизнеса, общественности.

Принцип правовой упорядоченности государственного управления экономикой объективно предопределяет необходимость, главным образом, законодательного закрепления основных аспектов целей, функций, структур процесса, самих принципов государственного управления экономикой. Дополняется этот принцип принципом законности государственного управления экономикой, который предусматривает установление четкого в понимании и последовательного в реализации режима повсеместного и полного выполнения законов и нормативно-правовых актов, регламентирующих развитие экономики [15].

Среди общесистемных принципов следует выделить принцип публичности государственного управления экономикой, который предусматривает: доступность государственного управления для общественности и бизнес-структур; открытость органов государственной власти и органов местного самоуправления при разработке и реализации механизмов управления экономикой; общественный контроль; судебный контроль за соблюдением в процессах государственного управления экономикой конституционно закрепленных интересов общества, предпринимательских структур, прав и свобод граждан.

Принцип сочетания централизации и децентрализации предполагает, что государственное управление экономикой должно быть построено на принципах разумного соотношения концентрации власти и децентрализации, поскольку нарушение этого баланса в любую сторону приводит к негативным последствиям. Чрезмерная централизация порождает безынициативность низших звеньев системы органов исполнительной власти в выработке и реализации экономической политики, а перегибы децентрализации приводят к отсутствию единства в формировании и осуществлении государственной экономической политики.

Принцип социальной направленности предполагает, что государственное управление экономикой предусматривает подчинение экономических целей достижению социальных, исходя из конституционного закрепления социальной ориентации государства.

Следует отметить, что на сегодняшний день не имеется достаточно четко сформулированной стратегии развития, системы построения целевых ориентиров в органах государственного управления Донбасса. Новое позиционирование административных структур происходит в условиях изменения всей системы государственного управления, в условиях нечетких позиций различных субъектов упорядочения. Поэтому, в контексте формирования эффективного государства Донбасса особую значимость приобретают вопросы, связанные с созданием комплексной модели управления эффективностью деятельности органов власти, основанной на вышеуказанных принципах государственного управления экономикой, и включающей систему целеполагания, обоснованного выбора приоритетов, систему оценки качества управления и мониторинга достигнутых результатов.

Экономическая политика, основанная на оптимальном комбинировании взаимосвязанных принципов государственного управления экономикой, является предпосылкой формирования эффективного государства. Однако экономическая политика, без учета принципов концепции экономического порядка, обречена быть малоэффективной, такой, при которой расходуется много факторов производства и средств на решение отдельных, не взаимосвязанных задач, и обычно приводит совсем не к тем результатам, которые ожидались.

К основным принципам концепции экономического порядка при формировании эффективного государства следует отнести:

– совокупность всех формальных и неформальных общественных институтов, являющихся, по сути, информацией для принятия решений отдельных хозяйств;

– реальные типы хозяйствования имеют конкретные особенности и определяются спецификой окружающей среды (рамочных условий);

– отдельные элементы хозяйствования и экономической политики взаимосвязаны;

– взаимосвязь хозяйственно-политических элементов дополняется взаимозависимостью порядков (хозяйственного, политического, государственного и др.).

Так, во многих станах бывшего СССР примером невыполнения вышеназванных принципов может быть назван процесс приватизации, который являлся совокупностью отдельных явлений политического, правового, экономического и социального характера [10]. Проблема за-

ключается в том, что векторы с различными характеристиками и направленностью не были согласованы между собой. Пренебрежение к взаимозависимости порядков и увлечения политикой отдельных решений оборачивается «провалом» и государственной политики, и рыночных механизмов.

Анализируя работы ведущих специалистов в сфере взаимного влияния государственного управления и экономического порядка, можно выделить три вероятных модели развития эффективного государства: либеральную, перераспределительную (мобилизационную) и социально ориентированную. Важно отметить, что все три модели призваны способствовать решению формирования эффективного государства за счет формирования качественно нового экономического порядка, однако ценностно-целевые ориентиры развития и способы модернизации в рамках данных моделей дифференцированы.

Выступая активно за внедрение либеральных ценностей (индивидуализм, свободу, частную собственность) как основных «путей к благополучию», сторонники либеральной концепции предлагают улучшать инвестиционный климат, бороться с коррупцией, ослаблять фискальный прессинг предприятий и даже коммерциализировать социальную сферу. При этом, ссылаясь на «производительные» западные ценности, либералы не учитывают закономерности социально-экономического развития современных национальных сообществ [17].

Что касается первой модели, то соответствующий ей конкурентный порядок, разработанный в рамках ордолиберальной теории, был реализован в послевоенной Германии. Хотя конкуренция и признается одной из основных ценностей в германском законодательстве, на практике осуществляется и структурная политика, и индикативное планирование, которые искажают действие конкурентных механизмов. Кроме того, реализация социально ориентированного конкурентного порядка невозможна без активной роли государства. В современном Донбассе конкурентного порядка нет. Отсутствуют пока и предпосылки для его формирования – не утвердилась соответствующим рыночным принципам система ценностей и правил поведения.

Согласно второй модели, существует возможность модернизации структуры национального хозяйства за счет мощных перераспределительных механизмов и сокращения дифференциации доходов населения. Однако, при отсутствии сильной власти и в условиях сопротивления частных корпоративных структур, использование мобилизационных методов приведет к разрастанию теневой экономики и к еще большему падению жизненного уровня населения. Кроме того, даже в случае успеха мобилизационную экономику необходимо рассматривать только как трансформационный этап [18].

Наиболее вероятностной с точки зрения формирования эффективного государства является социально ориентированная модель упорядочения хозяйства, которая соответствует тенденциям общемирового развития формирования «экономики знаний», гуманизации и социализации экономической жизни, одновременно с развитием индивидуальной свободы и личной ответственности. Социально ориентированная экономика в модели конкурентного порядка предполагает предпочтение экономической эффективности, социальная же справедливость рассматривается как первоначальное равенство возможностей.

Для того, чтобы социально ориентированная рыночная экономика реализовалась в Донбассе, необходимо, прежде всего, формирование гражданского общества – изменение системы ценностей (отношения к справедливости и патернализму). Подобная трансформация неформальных институтов потребует изменения как минимум двух поколений.

Формирование стратегической концепции развития, определение устойчивых «правил игры» и четкое разграничение компетенции властных структур – непосредственные задачи государства и только государства. Решение этих задач будет способствовать формированию и укреплению социально приемлемого рыночного экономического порядка. Кроме того, это будет способствовать созданию условий для проявления массовой экономической и социальной активности, когда не только государство, но и само общество возьмет на себя выполнение ряда социальных функций.

В подобных условиях формирования эффективного государства как «ведущей» инстанции, необходимо не только усиление своих социальных полномочий, но и обеспечение выполнения социальных функций обществом и рыночной экономикой. Можно выделить следующие функции государства, прямо вытекающие из его миссии, по обеспечению социально ориентированного экономического упорядочения:

– обеспечение и поддержание конкурентной среды рынка;

– стимулирование развития общественных институтов, формирующих отношения социального партнерства;

– осуществление основных социальных обязательств, включающих наряду с социальной

помощью и социальное перераспределение, также и социальные инвестиции;

– содействие инновационному развитию производства, научно-техническому прогрессу и в целом «модернизации» экономики.

Основными предпосылками становления эффективного государства Донбасса на современном этапе, в условиях новоукладности экономического порядка могут выступать:

– объективные условия развития мирового хозяйства в направлении гуманизации и индивидуализации труда;

– стремление к смешанной экономике – взаимодействию эффективного государства в экономической и социальной сферах с моделью упорядочения социально ориентированного рыночного типа;

– социально-психологические установки;

– национальные и религиозные традиции;

– необходимость обеспечения экономической и социальной стабильности.

Обобщая рекомендации экономистов по механизму формирования нового конкурентного порядка, как основы эффективного государства, можно определить следующие положения его формирования:

1. Для обеспечения и поддержки конкурентной среды и санации рынка необходимо совершенствование антимонопольной политики, поддержка малого предпринимательства и обеспечение равных условий для реализации предпринимательских альтернатив, обеспечение стабильности и защиты прав собственности с одной стороны и установление ответственности и границ прав собственности – с другой, расширение практики банкротств и совершенствования законодательства о банкротстве.

2. Для стимулирования развития гражданского общества необходимо предоставление активной и системной поддержки институтам гражданского общества, в первую очередь, путем создания эффективных механизмов финансирования инициатив; содействие усилению профсоюзного движения; привлечение к разработке и обсуждению альтернативных сценариев макроэкономического развития региональной власти, представителей крупных корпораций, а также профсоюзных и других общественных организаций; активизация сотрудничества государства с неправительственными организациями на принципах субсидирования, солидарности, децентрализации и социальной ответственности.

3. Для реализации социальных обязательств государства необходимо увеличение доходной части государственного бюджета; реализация права государства на природную ренту в качестве дополнительного источника доходов бюджета; формирование «субсидиарного государства» (за счет внедрения принципа адресной социальной помощи и закрепления критериев ее предоставления).

4. Для содействия «модернизации» экономики необходима крупномасштабная структурная перестройка экономики, направленная на развитие импортозамещающего производства предметов потребления, развитие наукоемких и инновационных отраслей, технологическая перестройка промышленности на основе развития ресурсосберегающих технологий, более детальная проработка эффективных инструментов государственного регулирования.

Следует подчеркнуть, что многие рекомендации по поддержанию социально ориентированной конкурентной среды рынка законодательно государством реализованы или находятся на этапе активной разработки, остается только проблема ужесточения контроля за соблюдением соответствующих правовых норм. Многие из предлагаемых мер в отношении социальной политики также учитываются в государственных программах и при внесении изменений в «социальное» законодательство.

Признавая необходимость формирования экономического порядка, соответствующего концепции социально ориентированной рыночной экономики и, даже более того, с учетом современных тенденций социально ориентированной рыночной экономики устойчивого развития, в качестве целевых и ценностных ориентиров для Донбасса условий формирования подобного порядка необходимо рассматривать следующее.

1. Экономические ориентиры – достижение экономической и институциональной стабильности; структурная переориентация народнохозяйственного комплекса; регулирования занятости населения с ориентацией на минимизацию безработицы.

2. Социальные ориентиры – достижение нового качества жизни (продолжительность и уровень жизни, обеспеченность социальными благами); рост реальных доходов и заработной платы населения; увеличение степени удовлетворения социально значимых потребностей и сокращение дифференциации доходов.

3. Ориентиры устойчивого развития – защита общества от загрязнения окружающей среды, от экологических, техногенных и других катастроф; уменьшение ресурсоёмкости экономики; обеспечение приоритетности требований к возобновляемым природным ресурсам как фактора сохранения для людей окружающей среды.

Правомерно констатировать наличие весо-

мых предпосылок в пользу движения именно к такому порядку социально ориентированной рыночной экономики, в котором не только государство, но и рынок и общественные институты будут выполнять функции социальных регуляторов. Формирование подобного порядка должно основываться как на мировом теоретическом и практическом опыте становления социально ориентированных экономических систем, так и на учете национальной специфики. Вместе с тем следует отметить, что преждевременно делать выводы по выбору конкретных форм и механизмов реализации подобного порядка. На этот вопрос определенно могут дать ответ только дальнейшие исследования опыта развития различных национальных хозяйств в период формирования нового экономического порядка.

**Выводы**

Для государств, в том числе и Донбасса, экономические системы которых еще формируются, теория и политика экономического порядка имеет первостепенное значение, так как выдвигает на первый план проблему условий хозяйствования и способов его изменения, а также вопрос о соотношении эволюционного и сознательного в формировании эффективного государственного управления.

Экономическая политика государства в современных условиях хозяйствования должна быть в первую очередь направлена на создание условий для формирования действенного упорядочения следовательно эффективного государства. Экономический порядок должен осуществляться на основании закона, который в демократических государствах является результатом общественного консенсуса.

В Донбассе имеет место псевдорыночное упорядочение, поэтому его экономика нуждается в государственном регулировании практически во всех сферах.

Реализация положений теории экономического порядка имеет приоритетное значение в достаточно сложных политических, социально-экономических кризисных условиях и способна сгенерировать новые методологические принципы, элементы теоретического обоснования дальнейшей стратегии развития упорядочения к желаемому социально-рыночному хозяйству и эффективному государству.

**Список литературы**


1. Уэрта де Сото Х. Австрийская экономическая школа. – Челябинск: Социум, 2009. – 204 с.
2. Хайек Ф. Индивидуализм и экономический порядок / Под ред. Р.И. Капелюшникова. – Челябинск: Социум, 2011. – 432 с. – (Серия: Австрийская школа; Вып.24).
3. Анализ экономических систем: основные понятия теории общественного порядка и политической экономики / Под общей ред. А. Шюллера, Х.Г. Крюссельберга; пер. с нем. – М.: ЗАО Изд-во «Экономика», 2006. – 338 с.
4. Holl C. Entstehung und Wandel von Institutional. North und Hayek im Vergleich [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://walter-eucken-institut.de/veraiistaltungen/workshop2002/Holl-Paper.pdf
5. Теория хозяйственного порядка: Фрайбургская школа и немецкий неолиберализм / Сост., предисл. и общ. ред. В. Гутника; пер. с нем. – М.: Экономика, 2002. – 482 с.
6. Ойкен В. Основные принципы экономической политики. – М.: Прогресс, 1995. – 496 с. – (Серия: Экономическая мысль Запада).
7. Иконникова Е.П., Турищев Н.А. Совершенствование хозяйственного механизма как фактор ускорения экономического роста / Ученые записки Орловского государственного университета. – 2011. – № 1. – С. 5-10. – (Серия: Гуманитарные и социальные науки).
8. Бережной И. Институциональные детерминанты хозяйственного порядка / Экономический вестник Ростовского государственного университета. – 2008. – №3. – С. 88-94.
9. World development report-2015: mind, society, and behavior [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://documents.vsemirnyjbank.org/curated/2014/11/23118885/world-development-report-2015 -mind-society-behavior
10. Чарахчян К.К. Институциональная середа государственного регулирования экономики: монография / Под ред. Д.А. Мещерякова. – Воронеж: Центр – Черноозем. кн. изд-во, 2006. – 242 с.
11. Экономическая теория. Экономические системы: формирование и развитие / Под ред. И.К. Ларионова, С.Н. Сильвестрова. – М: Издательско-торговая корпорация Дашков и К°, 2012. – 876 с.
12. Kelly K. New Rules for the New Economy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.wired.com
13. Кучер В.А. Методические основы оценки эффективности инвестиционной деятельности по расширенному воспроизводству мощности предприятия / Экономический вестник Донбасса. – 2012. – Т.29, №3. – С. 31-36.
14. Олейников А.А. Политическая экономия национального хозяйства / Отв. ред. О.А. Платонов. – М.: Ин-т Рос. цивилизации, 2010. – 1184 с.

15. Кузнецова Е. Развитие конкурентных отношений и экономическая стратегия государства. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. – 383 с.
16. Асаул А.Н. Роль государства в смешанной системе хозяйствования / Регион: политика, экономика, социология. – 2002. – №1-2. – С. 11-15.
17. Градов А.П., Иванова Е.А., Гутман С.С. Экономические порядки и институциональная среда национальной экономики / Вопросы экономики. – 2008. – №1. – С. 26-39.
18. Миляева Н.В. Теория хозяйственного механизма: ретроспективное и перспективное развитие / Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2012. – №4(43). – С. 41-43.

**S.M. Kachan**
*Donetsk National Technical University (Donetsk)*

## THEORY OF ECONOMIC ORDER: MODERN UNDERSTANDING WHILE FORMING AN EFFICIENT STATE

***Background.*** *Negative economic phenomena in Donbass are taking much more serious dimensions as a result of the economic order change without the appropriate scientifically substantiated development strategy. Application of basic principles of the economic order theory allows defining possible landmarks of social-economic system development and considering the issue of a purpose of various economic entities while establishing an efficient state.*
***Materials and/or methods.*** *In order to analyze Donbass economic system one needs to compare it with the two main types of economic order: planned economy, including private and administrative economy, and market (exchange) economy.*
***Results.*** *The economic order, which is a complex of rules and standards, established and accepted by a civil society, has its own hierarchical structure, which is determined by the coordination peculiarities of the activity of economic system entities. To achieve efficiency of the public administration the unity of form is not enough, there must be common game rules that ensure a planned character of the activity aiming to achieve a certain goal. Donbass is characterized by the pseudo market economy system functioning according to the laws that differ from the classical market economy ones. Therefore, the formation of the efficient economy mechanism is required, which would allow achieving a balanced complex of social needs – the optimum economic order. The scale and complexity of the social-economic system require systematic regulation of economic relations by means of which the state economic policy is implemented. It must reflect economic interests of the society and must be intended to solve the key economy problems. It can be constituted by the following points: a) efficient policy implies the mechanism influencing the order rather than results regulation of the order implementation; b) as opposed to the on-the-spot regulation (policy according to the circumstances), policy according to the rules should be established on the basis of strict standards and economic interests coordination; c) while revamping economic order, the possibility of new social alternatives appearance should be provided, which requires appropriate strategy of economic development based on the priorities of a civil society.*
***Conclusion.*** *Implementation of the points of the economic order theory is of primary importance for Donbass in rather complicated political, social-economic crisis circumstances and is able to generate new methodological standards, components of theoretical substantiation of the further development strategy towards the desired social-market economy and the efficient state.*

***Keywords:*** *theory of economic order, efficient state, public administration.*

**Сведения об авторах**
**С.М. Качан**
SPIN-код: 2975-9986
Телефон: +380 (95) 177-16-95
Эл. почта: dlakachansm@mail.ru

*Статья поступила 29.05.2015 г.*
*© С.М. Качан, 2016*
*Рецензент д.э.н., проф. В.А. Кучер*

УДК 519.866+004.056.5

**А.А. Ткачев**
*ГВУЗ "Донецкий национальный технический университет" (Донецк)*

# УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РИСКАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ С УЧЕТОМ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАТРАТ НА ИХ СНИЖЕНИЕ

*Рассмотрена сущность информационных рисков (ИР), основные направления их исследования на предприятиях, представлена классификация и характеристика источников возникновения ИР, предложена методика оценки и управления рисками предприятия с учетом эффективности затрат на их снижение.*

***Ключевые слова:*** *информационный риск, идентификация угроз, снижение экономического ущерба.*

За последние годы прогресс в сфере информационных технологий, превращение информации в производственный ресурс, колоссальный рост объемов информации обусловили формирование новой отрасли бизнеса – создание продуктов и оказание услуг по защите информации. Кроме того, наблюдается постоянный рост нарушений информационной безопасности в мире и растущая тяжесть их последствий, что обуславливает актуальность и практическую важность темы данной работы. Общее число нарушений ежегодно увеличивается более, чем на 100 %. По статистике правоохранительных органов, число выявленных преступлений в сфере компьютерной информации возрастает за год в среднем в 3-4 раза. Если коммерческая организация допускает утечку более 20 % важной внутренней информации, то она в 60 случаях из 100 банкротится. Порядка 93 % компаний, которые были лишены доступа к собственной информации на срок более 10 дней, покинули бизнес, причем половина из них заявила о своей несостоятельности немедленно [1].

Очевидно, что финансовые потери бизнеса, как крупного, так и малого, возрастают, поэтому необходим поиск и внедрение научно обоснованных и технологически оправданных методов управления информационными рисками (ИР).

Ранжирование по степени тяжести последствий потери конфиденциальности информации многими украинскими предприятиями показывает сходство украинской и международной практики в этой области: удар по репутации и потеря клиентов (79,2 %), прямые финансовые убытки (46 %), снижение конкурентоспособности (25,2 %) [2]. Расчет реальных убытков от реализации ИР достаточно сложен, поскольку речь идет об информации как нематериальном активе. При этом очевидно, что своевременное финансирование мероприятий по ее защите с целью минимизации ИР было бы для компаний значительно дешевле.

В исследованиях украинских и российских исследователей [1,3,4] освещены многочисленные проблемы использования информационных технологий в деятельности предприятий, механизмы и методы обеспечения информационной безопасности, изложены теоретические взгляды на инвестиции в мероприятия по защите информации, предложены методы оценки затрат компаний на информационную безопасность. Множество работ посвящено исследованию экономических рисков предприятий [5-7]. За рубежом изучались вопросы оценки ИР [8 и др.], информационной безопасности [9,10] и т.д. Вместе с тем, в этих трудах недостаточно изученными остаются вопросы управления ИР хозяйствующих субъектов.

Целью данной работы является исследование теоретической сущности ИР, источников их возникновения, разработка методического комплекса управления рисками предприятия с учетом экономической целесообразности затрат на их снижение.

ИР – ситуация, для которой характерна возможность получения убытков предприятием в результате применения информационных технологий, т.е. связанных с созданием, хранением, передачей, использованием информации с помощью средств связи.

Исследование ИР предприятия включает следующие этапы:

1) выявление перечня наиболее ценных ресурсов с обозначением уровня их конфиденциальности, целостности и доступности (проводится инвентаризация информационных ресурсов и

их распределение по категориям);

2) идентификация угроз, связанных с информационными ресурсами;

3) формирование моделей нарушителей и механизмов реализации угроз;

4) количественная оценка ИР и прогнозирование возможных финансовых потерь предприятия;

5) разработка мероприятий по предотвращению угроз или снижению вероятности их реализации.

С учетом разнообразия информационных ресурсов, хранящихся и обрабатываемых на предприятии, их различной ценности для предприятия и вероятных злоумышленников предлагается использование трех категорий ценности (полезности, стоимости) информационных ресурсов, характеризующих уровень их конфиденциальности, целостности и доступности:

$Ц_Б$=1 – категория информационных ресурсов с не очень важной информацией, которая не требует введения каких-либо ограничений на распространение и использование, однако даже потеря одного из свойств информации может нанести незначительный ущерб предприятию;

$Ц_Б$=2 – категория достаточно важной информации, потеря каждого из свойств которой приводит к нанесению значительного ущерба предприятию;

$Ц_Б$=3 – категория важнейшей информации, нарушение целостности и конфиденциальности которой нанесет предприятию максимальный ущерб.

Для типового предприятия информационные ресурсы по ценности можно разделить на категории следующим образом:

– не очень важная информация: информация о персональных данных сотрудников предприятия;

– важная информация: научно-техническая информация, данные финансового учета и управленческой отчетности, данные налогового и бухгалтерского учета, счета-фактуры, накладные, платежные поручения и другие расчетно-платежные документы, журналы учета входящей и исходящей корреспонденции, информация об основных средствах и нематериальных активах;

– самая важная информация: базы данных о клиентах и поставщиках предприятия, информация о перспективных разработках и бизнес-планы, кадровый, бухгалтерский и технический архивы предприятия, реестры контрактов и договоров, результаты маркетинговых исследований, электронная цифровая подпись, электронные ключи, пароли.

В рамках второго этапа исследования ИР предприятия осуществляется идентификация источников их возникновения. Источниками ИР являются любые потенциально возможные события, действия, процессы или явления, которые могут привести к нарушению конфиденциальности информации, ее потери или неправомерного использования, а значит, к реализации ИР.

Источники ИР можно классифицировать по определенным признакам:

– по отношению к предприятию: внутренние и внешние [5,6];

– по характеру нанесенного ущерба: источники, наносящие моральный или материальный ущерб;

– по вероятности появления: маловероятные, средней и высокой вероятности наступления;

– по причинам возникновения: случайная или преднамеренная утечка информации, техническая уязвимость предприятия, ошибки сотрудников, стихийные бедствия, преднамеренные действия сотрудников или третьих лиц и тому подобное.

Статистика свидетельствует [1,3], что в среднем 17 % всех источников ИР формируется за пределами предприятия (внешние источники), 1 % – угрозы со стороны случайных лиц и 82 % – внутренние источники рисков, т.е. от персонала организации. Злоумышленники рассчитывают, что пользователи будут устанавливать вредоносные программы или помогать им использовать бреши в системе защиты [9]. Наиболее опасными с точки зрения убытков и наиболее частыми считаются непреднамеренные ошибки штатных сотрудников (неверно введенные данные, ошибочное удаление информации, халатность, необразованность). Именно такие ошибки создают уязвимые места в системе защиты информации. В среднем, непреднамеренные ошибки приносят 60-65 % потерь, тогда как, например, на долю стихийных бедствий (ураганы, пожары, наводнения, перебой электроснабжения и др.) приходится около 13 % всех потерь от источников рисков.

Наиболее распространенными в настоящее время основными угрозами информационным ресурсам предприятия, обозначаемыми многими ведущими отечественными специалистами в области информационной безопасности [4], являются следующие:

$У_1$ – инфицирование компьютеров вирусами;

$У_2$ – заражение компьютерных и телефонных цифровых сетей вредоносными программами для скрытого несанкционированного доступа к информационным ресурсам;

$У_3$ – ошибочное введение информации;

$У_4$ – несанкционированное изменение ин-

формации;

$У_5$ – повреждение (порча, разрушение) фрагментов информационной системы;

$У_6$ – уничтожение информационных ресурсов;

$У_7$ – потеря переносных носителей информации (флэш-память и др.) с конфиденциальными данными;

$У_8$ – похищение (кража) носителей информации;

$У_9$ – несанкционированное чтение, копирование информации.

Следующий этап управления ИР предприятия заключается в выборе системы защиты его информационных ресурсов, для чего составляется модель возможных нарушителей с учетом заинтересованных персоналий, их мотивации, квалификации. Нарушитель – это лицо, которое может выполнить запрещенное действие с информационными ресурсами по ошибке, без злого умысла или осознанно для достижения корыстной цели или ради забавы, мести, удовлетворения своих амбиций, используя для этого все возможные методы и средства. Возможными участниками нарушений информационной безопасности предприятия, способными причинить его информационным ресурсам наибольший вред, являются: *A* – сотрудники; *B* – бывшие сотрудники; *C* – конкуренты; *D* – хакеры; *E* – преступники. Моделью нарушителя выступает инициатор нарушения в сочетании с его исполнителем. Так, модель нарушителя с условным обозначением *C-A* показывает, что несанкционированные действия осуществляются работающим сотрудником предприятия по заказу конкурентов.

Методология измерения ИР основывается на их стоимостной оценке. В этом и заключается основная сложность, поскольку такая оценка затруднена отсутствием материального наполнения информации как носителя рисков. Информационная безопасность охватывает все бизнес-процессы деятельности предприятий [11]. Такая кросс-операционность препятствует четкой классификации и анализу издержек, направленных на обеспечение информационной безопасности, т.е. на уменьшение ИР до требуемого уровня. При этом для такого объекта, как конфиденциальная информация, методики оценки стоимости фактически отсутствуют.

Кроме того, стоимость коммерческой информации субъективна. Она должна определяться с учетом конкретных условий, характеристик потребляющих ее систем, особенностей источника и получателя информации. Общие подходы к оценке стоимости информации: прямая выгода, которая может быть обеспечена в результате получения информации; прямые убытки, которые могут быть нанесены в результате утраты информации; минимальная стоимость затрат на восстановление информации. Совершенно ясно, что здесь использованы характеристики вероятности – ожидаемая (потенциальная) выгода и возможные (потенциальные) убытки. Кроме того, ценность информации является величиной, которая зависит от времени – она может определяться степенью недостатка информации и возможной или желаемой скоростью ее получения.

При оценке ИР предприятия наиболее целесообразным является расчет уровня риска потери информации как произведения полезности (ценности, стоимости) информационного ресурса на его уязвимость и вероятность реализации угрозы в отношении данного информационного ресурса [8,12]:

$$ИР = Ц_Б У В_Р,$$

где *ИР* – уровень ИР; $Ц_Б$ – балльная оценка ценности (полезности) информационного ресурса; *У* – уязвимость информационного ресурса; $В_Р$ – вероятность реализации ИР за определенный (расчетный) промежуток времени.

На этапе работы по управлению ИР, как правило, возможны следующие сценарии [7,13]:

1) принять риск – согласиться с возможными потерями (в случае низких рисков);

2) снизить риск – осуществить мероприятия по уменьшению его уровня (в случае среднего уровня рисков);

3) передать риск (например, страховой компании, которая компенсирует убыток в случае реализации риска) или трансформировать риск в другой, меньший по размеру, путем использования специальных механизмов и технологий;

4) отказаться от риска, т.е. ликвидировать его источник – информационный ресурс.

Относительно передачи риска страховой компании необходимо отметить, что в настоящее время отечественные страховые компании страхуют ИР, принимая на себя обязательства по возмещению убытков, связанных с утратой информационных ресурсов и электронных финансовых активов в результате следующих причин: сбоев информационных систем вследствие ошибок при их проектировании, разработке, создании, инсталляции, конфигурировании, обслуживании или эксплуатации; умышленных противоправных действий сотрудников компании; компьютерных атак против компании со стороны третьих лиц; действий компьютерных вирусов; хищений денежных средств и ценных бумаг с

использованием компьютерных сетей. Информация страхуется по стоимости восстановления (этот подход распространен во всем мире). Данный вид страхования ориентирован на компании, имеющие значительные объемы финансовой, экономической и технической информации, сложные информационные системы или осуществляющие часть своей деятельности с использованием автоматизированных систем, систем электронных расчетов или Интернет.

Передача ИР является внешним методом его нейтрализации.

Рассмотрение внутренних методов управления ИР на уровне предприятия позволяет предложить следующую их градацию:

1) административные методы – разработка политики в области управления ИР, принятие документированных управленческих решений руководством предприятия;

2) процедурные (организационные) методы – воздействие на персонал (разработка должностных инструкций, обучение персонала, требования к рабочим), меры физической защиты (охранно-пожарная система, защита территории, системы контроля и доступа), планирование и проведение восстановительных работ;

3) программно-технические методы – защита оборудования, программных средств и информационных ресурсов, которая реализуется с помощью сервисов безопасности (идентификация и аутентификация, разграничение доступа, протоколирование и аудит, шифрование, экранирование, обеспечение целостности, доступности и отказоустойчивости);

4) финансово-экономические методы – планирование, стоимостная оценка рисков, бюджетирование, стоимостная оценка эффективности расходов, оптимизация затрат, инвестиционный анализ IT-проектов, страхование.

Практика свидетельствует, что наибольшее количество мероприятий снижения уровня ИР относится к инженерно-техническому обеспечению информационной безопасности, заметно меньшее количество – к организационным мероприятиям.

Сочетания и упорядочения направлений исследования ИР позволили разработать методический комплекс управления рисками предприятия (рис. 1).

При бюджетировании затрат на управление ИР из множества мер защиты от рисков выбирают те действия, реализация которых позволит обеспечить оптимальный уровень затрат для поддержания достаточной защищенности ин-

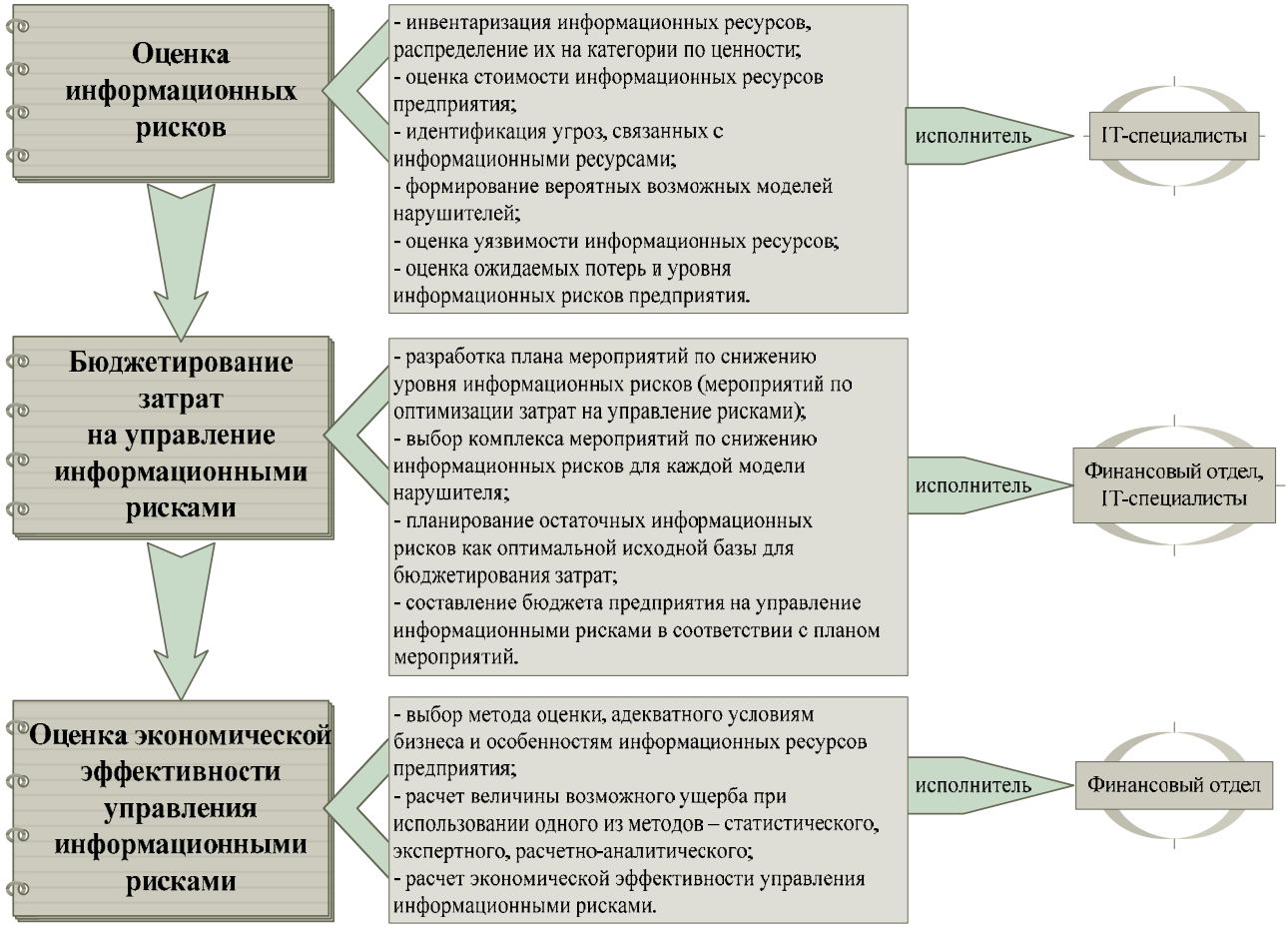



Рис. 1. Методика управления ИР предприятия

формационных ресурсов. Каждому из выбранных мероприятий характерны следующие уровни защиты информационных ресурсов: низкий, средний, высокий, которые могут быть реализованы путем соответствующего финансирования запланированных мероприятий по следующим вариантам: «дешевым», «бюджетным», «дорогим».

Заключительным этапом методики управления ИР предприятия является расчет экономической эффективности запланированных затрат на снижение рисков. Исходя из того, что все приемлемые меры безопасности необходимы для уменьшения среднестатистических убытков от реализации угроз по отношению к информационным ресурсам до приемлемой величины, предложено экономическую эффективность реализации мероприятий по снижению ИР определять по формуле:

$$Э = \frac{\Delta ЭУ - БЗ_{ИР}}{БЗ_{ИР}} \cdot 100\%,$$

где $Э$ – экономическая эффективность от реализации мер снижения ИР; $\Delta ЭУ$ – снижение ожидаемого экономического ущерба, что возможно за счет уменьшения суммарных остаточных рисков; $БЗ_{ИР}$ – бюджет затрат на управление ИР.

Снижение ожидаемого экономического ущерба, в свою очередь, можно рассчитать следующим образом:

$$\Delta ЭУ = ЭУ\left(1 - \frac{\sum\limits_i ИР_i^{ост}}{\sum\limits_i ИР_i^{нач}}\right),$$

где $ЭУ$ – ущерб от реализации угроз информационным ресурсам предприятия; $i$ – индекс вида ИР; $ИР_i^{ост}$ – уровень $i$-го остаточного ИР; $ИР_i^{нач}$ – уровень $i$-го исходного (начального) ИР.

В вышеприведенных формулах определения $Э$ и $\Delta ЭУ$ для расчетов используется показатель уровня остаточного риска, что требует разъяснения сущности этого термина. Согласно работе [14], остаточным есть риск, который остается после обработки, приемлемый для предприятия риск. Под обработкой риска в данном случае понимается применение определенных мер по снижению его величины. Следует отметить, что среди всех выявленных рисков, обработке подвергаются лишь те, начальное значение которых выше порогового (целевого) значения, представляющего собой количественное выражение уровня безопасности информационных ресурсов, требуемого для каждого конкретного предприятия. Чем выше целевой уровень информационной безопасности, тем больше усилий и средств требуется на создание и сопровождение соответствующей системы управления информационной безопасностью [10].

Таким образом, показатель $\Delta ЭУ$ – это, по сути, экономия, достигнутая в результате внедрения мероприятий по снижению ИР. Его можно интерпретировать как доход от деятельности по управлению ИР.

При положительной экономической эффективности $Э$ можно говорить о прибыльности деятельности по управлению ИР предприятия. При этом главный результат заключается в сокращении потерь и содействии бесперебойному функционированию основного бизнеса предприятия с помощью финансового управления.

**Выводы**

Исследование сущности ИР и методики управления ими на предприятии позволяет констатировать следующее:

1) ИР – ситуация, для которой характерна возможность получения убытков предприятия в результате применения информационных технологий;

2) при оценке ИР обязательно учитывается ценность информационных ресурсов;

3) ИР оцениваются в денежном выражении и означают возможные убытки;

4) управление ИР позволяет повысить прибыль предприятия за счет управления затратами на их снижение, что предполагает планирование затрат, финансирование и оценку экономической эффективности от реализации мер снижения ИР.

**Список литературы**

1. Баутов А. Эффективность защиты информации / Открытые системы. – 2003. – №7-8. – С. 23-26.
2. Кучер В.А. Сутність та принципи формування антикризової програми розвитку промислового підприємства / Наук. пр. Донец. нац. техн. ун-ту; Редкол.: Дементьєв В.В. (голова) та інш. – Донецьк: ДонНТУ, 2011. – Т.2, №39. – С. 163-167. (серія: Економічна).
3. Информационные системы и технологии: приложения в экономике и управлении: учеб. пособие. Кн.6. / Под ред. Ю.Г. Лысенко. – Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2004. – 377 с.
4. Скрипкин К.Г. Экономическая эффективность информационных систем. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 256 с.
5. Донець Л.І. Економічні ризики та методи їх вимірювання: навч. посіб. – К.: Центр навч.

літ, 2006. – 312 с.
6. Ілляшенко С.М. Економічний ризик: навч. посіб. – К.: Центр навч. літ, 2004. – 220 с.
7. Бланк И.А. Финансовый менеджмент. – К.: Эльга, Ника-Центр, 2004. – 656 с.
8. Warren A.C. Engineering Safe and Secure Software Systems. – Boston: Artech House, 2013. – 326 p.
9. Годовой отчет Cisco по безопасности за 2015 год. – Сан-Хосе (США), Сингапур, Амстердам (Нидерланды): Cisco Systems. – 2015. – 53 с.
10. Miller D.R., Shon H. Security Information and Event Management (SIEM) Implementation. – New York (USA): Mc Graw Hill, 2011. – 465 p.
11. Bohme R. The Economics of Information Security and Privacy. – Berlin: Springer-Verlag, 2013. – 321 p.
12. Ольхович Е.А. Финансовые методы управления информационными рисками предприятия / Вестник РЭА. – 2008. – №1. – С. 12-16.
13. ГСТУ СУІБ 2.0/ISO/IEC 27002:2010. Інформаційні технології. Методи захисту. Звід правил для управління інформаційною безпекою (ISO/IES 27002:2005, MOD). – К.: НБУ, 2010. – 149 с. – (Галузевий стандарт України).
14. ГСТУ СУІБ 1.0/ISO/IES 27001:2010. Інформаційні технології. Методи захисту. Система управління інформаційною безпекою. Вимоги (ISO/IES 27001:2005, MOD). – К.: НБУ, 2010. – 49 с. – (Галузевий стандарт України).

**A.A. Tkachev**
*Donetsk National Technical University (Donetsk)*

## INFORMATION RISKS MANAGEMENT AT AN ENTERPRISE IN VIEW OF COST-EFFECTIVENESS OF THEIR REDUCTION

***Background.*** *In the last years, there has been a growing number of violations of information security and increasing severity of their consequences, which determines the topicality and practical importance of the given investigation.*
***Materials and/or methods.*** *The theoretical basis of this research is presented by the scientific publications by native and foreign scientists on the evaluation of information risks and the provision of the industrial information security.*
***Results.*** *The investigation of the essence of information risks and their control methods at the enterprise allows ascertaining that economic efficiency is by and large the economy attained as a result of the introduction of techniques aiming at information risks reduction. It can be interpreted as the income received from the information risk management activity. One can talk about profitability of the information risks management activity of an enterprise, given the economic efficiency is positive. Herein, the key result is to reduce losses and to ensure regular functioning of the core enterprise activity by means of the financial control.*
***Conclusion.*** *Information risk is a situation that enables enterprise losses because of the information technology application. While assessing information risks, the value of information sources is taken into consideration. Information risks are estimated in money terms and imply possible losses. Information risks management means cost management of their reduction, which suggests cost planning, financing and evaluating their efficiency.*

***Keywords:*** *information risk, threat identification, reduction of economic damage.*

**Сведения об авторах**
**А.А. Ткачев**
Телефон: +380 (50) 972-84-09
Эл. почта: tkachev.mail@yandex.ua

*Статья поступила 08.12.2015 г.*
*© А.А. Ткачев, 2016*
*Рецензент д.э.н., проф. В.А. Кучер*

# ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ, НАПРАВЛЯЕМЫМ В РЕДАКЦИЮ

1. Основной текст статьи должен содержать такие необходимые элементы, как:

– **постановка проблемы** в обобщенном виде и ее связь с важными научными или практическими задачами;

– **анализ последних исследований и публикаций**, в которых начато решение данной проблемы и на которые опираются авторы, выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, которым посвящена данная статья;

– формулировка **цели (задачи) исследования**;

– изложение **основного материала исследования** с полным обоснованием полученных научных результатов;

– **выводы** по данному исследованию и перспективы дальнейшего развития данного направления.

2. Статья, основной текст вместе с рисунками и др. нетекстовыми элементами, должна быть объемом **5…8 полных** страниц формата А4 (210×297 мм) с полями **20** мм с каждой стороны. Рукопись статьи необходимо оформлять с помощью редактора MS Word. Шрифт – Times New Roman, **12** пт, стиль – обычный. Межстрочный интервал – одинарный. Расстановка переносов – автоматическая. Выравнивание – по ширине страницы. Страницы не нумеровать.

3. Структура статьи (каждый элемент с новой строки): код УДК; инициалы и фамилии авторов с указанием ученой степени каждого (количество авторов **не более 3-х** от одной организации); название организации, город, где работают авторы; название статьи; аннотация на русском языке (объемом **не более 300** символов); ключевые слова (**от 3 до 5**); основной текст статьи; список литературы. Сокращение слов в тексте, рисунках и таблицах не допускается.

В аннотации на русском языке сжато излагается формулировка задачи, которая решена в статье, и приводятся полученные основные результаты.

В конце статьи, после списка литературы приводятся инициалы и фамилии авторов, ученые степени, организации, города, название статьи, аннотация и ключевые слова на английском языке

Аннотация на английском языке должна представлять собой резюме, призванное выполнять функцию независимого от статьи источника информации. Резюме должно быть информативным (не содержать общих слов), оригинальным (не являться калькой аннотации на русском языке), содержательным (отражать основное содержание статьи и результаты исследований), структурированным (следовать логике описания результатов в статье), компактным, но не коротким (объемом **от 250 до 300** слов). Типичная структура резюме: состояние вопроса (**Background**); материалы и/или методы исследования (**Materials and/or methods**); результаты (**Results**); заключение (**Conclusion**).

**Внимание!** Убедительная просьба не разбивать текст на колонки, как это сделано в журнале, т.к. это усложняет редакторскую обработку статьи!

4. **Обязательным условием** является наличие в статье графического материала (рисунков, графиков, схем, фотографий), размером **не менее 80×80** мм, в формате *.tif или *.jpg, разрешением **не менее 300** dpi. Графический материал внедренными объектами размещается по тексту после первого упоминания, не разрывая текста абзаца. Все позиции, обозначенные на рисунках, должны быть объяснены в тексте. Под каждым рисунком указывается его порядковый номер и название (выравнивание по центру страницы, без точки в конце). Рисунки должны иметь один интервал (пустую строку) сверху и снизу.

**Внимание!** Запрещается внедрять графические материалы в виде объектов связанных с др. программами, например, с КОМПАС, MS Excel и т.п. Рисунки, выполненные непосредственно в MS Word не принимаются.

5. Математические формулы необходимо выполнять с помощью редактора формул **MS Equation Editor 3.0** в соответствии со следующими размерами: обычный символ – **11** пт; крупный индекс – **7** пт; мелкий индекс – **5** пт; крупный символ – **13** пт; мелкий символ – **8** пт.

Все величины, входящие в формулы, должны быть объяснены в тексте. Формулы должны иметь один интервал (пустую строку) сверху и снизу. Формулы выполняются курсивом, **кроме цифр и символов греческого алфавита**. Формулы нумеруются (справа в круглых скобках, не отступая от формулы) **только в том случае**, если в тексте на них имеются ссылки.

**Внимание!** Количество формул в статье **не более 5**. Запрещается выполнять формулы с помощью MathCAD или др. аналогичных программ.

6. Таблицы должны иметь порядковый номер и название (выравнивание по центру страницы, без точки в конце) и располагаться по тексту после первого упоминания, не разрывая текста абзаца. Таблицы должны иметь один интервал (пустую строку) сверху и снизу.

7. **Обязательным условием** является наличие в статье списка литературы, который приводится после выводов через один интервал (пустую строку) под заголовком **Список литературы**. Перечень ссылок должен быть составлен в порядке упоминания в тексте. Ссылки на литературу по тексту заключаются в квадратные скобки. В списке литературы должно быть **не менее 3-х** публикаций вышедших **за последние 5** лет, а также **не менее 3-х** зарубежных (англоязычных) публикаций.

**Для принятия решения о публикации статьи в журнале в адрес редакции необходимо выслать:**

– сопроводительное письмо (с указанием, что статья ранее нигде не публиковалась) от организации, где работают авторы и сведения об авторах статьи;

– электронный вариант статьи (имя файла составляется из фамилий авторов, например, ИвановПетров.doc) и сведений об авторах (имя файла – sved.doc).

*В сведениях об авторах для каждого соавтора обязательно должен быть указан адрес персональной эл. почты и мобильные телефон, а также идентификационные номера наукометрических баз данных: SPIN-код, ORCID ID, Author ID, ResearcherID и др.*

Для ускорения подготовки очередных номеров журнала, просьба передавать сопроводительное письмо в отсканированном виде, электронный вариант статьи и сведения об авторах по эл. почте на адрес: **vestnikdonntu@gmail.com**

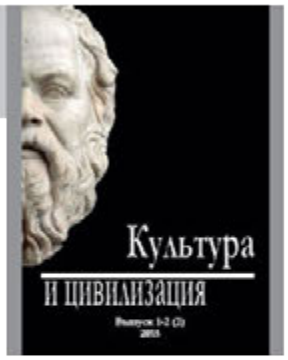
**Внимание!** Убедительная просьба, проверить получение редакцией материалов любым из способов (эл. почте **vestnikdonntu@gmail.com** или по телефону **+380 (66) 029-44-30**).

**Редакция журнала оставляет за собой право возвращать статьи авторам на доработку в следующих случаях**: статья небрежно оформлена и не соответствует требованиям редакции журнала, приведенным выше; статья требует доработки в соответствии с замечаниями рецензента и редакторов; отсутствует сопроводительное письмо от организации, где работают авторы или сведения об авторах.

**Требования к рекламно-информационным материалам, публикация которых оплачивается, согласовываются непосредственно с редакцией журнала.**

# Научные издания Донецкого национального технического университета

## Научный журнал «Культура и цивилизация»




Свид-во о регистрации в Министерстве информации ДНР №340 от 06.11.2015 г.

**Периодичность – 2 раза в год**

**Научные направления:**
07.00 – Исторические науки и археология;
09.00 – Философские науки;
23.00 – Политология

**cic.sgi.donntu.org**

## Научный журнал «Информатика и кибернетика»




Свид-во о регистрации в Министерстве информации ДНР №307 от 06.08.2015 г.

**Периодичность – 4 раза в год**

**Научные направления:**
01.01 – Математика;
05.01 – Инженерная геометрия и компьютерная графика;
05.12 – Радиотехника и связь;
05.13 – Информатика, вычислительная техника и управление

**infcyb.donntu.org**

## Сборник научных трудов «Прогрессивные технологи и системы машиностроения»



Свид-во о регистрации в Министерстве информации ДНР №324 от 06.08.2015 г.

ISSN 2073-3216.
Договор с РИНЦ от 12.04.2013 г. №177-04/2013

**Периодичность – 4 раза в год**

**Научные направления:**
01.02 – Механика;
05.02 – Машиностроение и машиноведение;
05.11 – Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы

**ptsm.donntu.org**

## Сборник научных трудов «Научные труды ДонНТУ. Серия: горно-геологическая»




ISSN 2073-3216
Договор с РИНЦ от 23.07.2013 г. №427-07/2013

Свид-во о регистрации в Министерстве информации ДНР №304 от 06.08.2015 г.

**Периодичность – 2 раза в год**

**Научные направления:**
25.00 – Науки о земле
05.05 – Транспортное, горное и строительное машиностроение

## Сборник научных трудов «Системный анализ и информационные технологии в науках о природе и обществе»



Свид-во о регистрации в Министерстве информации ДНР №310 от 06.08.2015 г.

ISSN 2413-0834 (Online)
ISSN 2411-720X (Print)
Договор с РИНЦ от 09.04.2015 г., № 214-04/2015

**Периодичность – 2 раза в год**

**Научные направления:**
01.01 – Математика;
05.13 – Информатика, вычислительная техника и управление;
25.00 – Науки о земле

**sait.csm.donntu.org**

Донецкий национальный технический университет (ДонНТУ) – родоначальник инженерного образования в Донбассе, признанное в мире высшее учебное заведение, активно осуществляющее международное научно-техническое сотрудничество с более чем 80 известными университетами из 25-ти стран мира и 32 иностранными фирмами, являющееся членом 24-х ведущих международных образовательных ассоциаций.

С момента основания в 1921 году старейший технический вуз Донбасса подготовил свыше 230 тысяч инженерно-технических кадров различной квалификации, из которых: **160 тысяч** – специалисты и магистры, **60 тысяч** – бакалавры, **15 тысяч** – младшие специалисты; около **2,5 тысяч** иностранных студентов из 70-ти стран мира.

## Основные задачи ДонНТУ на 2016-й год:

1) Восстановление контингента студентов.

2) Восстановление количественных и качественных показателей преподавательского состава.

3) Восстановление и развитие материально-технической базы.

4) Поиск и реализация инновационных путей развития.

5) Укрепление репутации ДонНТУ как важнейшего в Донбассе и одного из наиболее значительных на всем русскоязычном пространстве научно-образовательных центров технического направления.

**ДонНТУ уверенно смотрит в будущее и достойно, с новыми достижениями, встретит свой 95-летний юбилей в 2016 году!**




Адрес главного 1-го корпуса: 283001, г. Донецк, ул. Артема, 58
Интернет: http://donntu.org; http://science.donntu.org

Ректор: +380 (62) 337-17-33
Справка: +380 (62) 301-07-09
Канцелярия: +380 (62) 301-07-69
Приемная комиссия: +380 (62) 301-08-89

Научно-исследовательская часть: +380 (62) 304-60-82
Центр карьеры и общественных коммуникаций: +380 (62) 334-28-35
Издательство «Донецкая политехника»: +380 (62) 304-92-51