



NORWEGIAN JOURNAL OF DEVELOPMENT OF THE INTERNATIONAL SCIENCE

№23/2018

Norwegian Journal of development of the International Science

ISSN 3453-9875

VOL.2

It was established in November 2016 with support from the Norwegian Academy of Science.

DESCRIPTION

The Scientific journal “Norwegian Journal of development of the International Science” is issued 12 times a year and is a scientific publication on topical problems of science.

Editor in chief – Karin Kristiansen (University of Oslo, Norway)

The assistant of the editor in chief – Olof Hansen

- James Smith (University of Birmingham, UK)
 - Kristian Nilsen (University Centre in Svalbard, Norway)
 - Arne Jensen (Norwegian University of Science and Technology, Norway)
 - Sander Svein (University of Tromsø, Norway)
 - Lena Meyer (University of Gothenburg, Sweden)
 - Hans Rasmussen (University of Southern Denmark, Denmark)
 - Chantal Girard (ESC Rennes School of Business, France)
 - Ann Claes (University of Groningen, Netherlands)
 - Ingrid Karlsen (University of Oslo, Norway)
 - Terje Gruterson (Norwegian Institute of Public Health, Norway)
 - Sander Langfjord (University Hospital, Norway)
 - Fredrik Mardosas (Oslo and Akershus University College, Norway)
 - Emil Berger (Ministry of Agriculture and Food, Norway)
 - Sofie Olsen (BioFokus, Norway)
 - Rolf Ulrich Becker (University of Duisburg-Essen, Germany)
 - Lutz Jäncke (University of Zürich, Switzerland)
 - Elizabeth Davies (University of Glasgow, UK)
 - Chan Jiang (Peking University, China)
- and other independent experts

1000 copies

Norwegian Journal of development of the International Science

Iduns gate 4A, 0178, Oslo, Norway

email: publish@njd-iscience.com

site: <http://www.njd-iscience.com>

CONTENT

ARCHITECTURE

Obynochna Z. PRINCIPLES AND TECHNIQUES OF THE ARCHITECTURAL PLANNING ORGANIZATION OF REHABILITATION CENTERS OF HIPPO THERAPY	Chupaha I., Shirvanian A. FEATURES OF FORMATION OF THE ETIQUETTE OF REPRESENTATIONS OF CHILDREN OF PRESCHOOL AGE
3	17
Puntus V., Pudovkina I. INNOVATIVE APPROACHES OF CONSTRUCTION FROM EFFECTIVE COMBINED MATERIALS IN THE ARCTIC REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION	
13	

ECONOMIC SCIENCES

Semenov V. ECONOMIC CRISIS IN VENEZUELA: SOURCES AND PROSPECTS
20

PSYCHOLOGICAL SCIENCES

Trendafilova A. THE ROLE OF COMMUNICATION IN THE THERAPEUTIC PROCESS FROM THE POINT OF VIEW OF PATIENTS
31

SOCIAL SCIENCES

Petrov I. ABOUT ANALOGUES OF PHYSICAL LAWS IN SOCIODYNAMICS
34

TECHNICAL SCIENCES

Gerkusov A. APPLICATION OF THE METHOD OF ECONOMIC INTERVALS TO THE CHOICE OF WIRE SECTIONS SHADED PHASE	Skryabin V., Zotov E., Yanbulatova L., Potogina E., Urozaev M. IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF FINISHING PROCESSING OF GEOMETRICALLY-COMPLEX PARTS LOOSE ABRASIVE
42	60
Drakunov A., Drakunov Yu. SYNTHESIS OF THE DEAXIAL CRIMPED- CLEAR MECHANISM BY THE FULL NUMBER OF PARAMETERS	Fyk O., Gonchar R. ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE NONLINEARITY OF CHARACTERISTICS OF FILM COATINGS ON THE PROCESS OF FORMING OF SOLITONS BENDING ELECTROMAGNETIC WAVES IN WAVEGUIDE
52	69
Rotanov I. DEVELOPMENT OF NEW KNOTS OF THE SAFETY BLOCK OF VALVES OF THE GYRO- DRIVE OF THE MOUNTAIN-METALLURGICAL COMPLEX	
56	

ARCHITECTURE

PRINCIPLES AND TECHNIQUES OF THE ARCHITECTURAL PLANNING ORGANIZATION OF REHABILITATION CENTERS OF HIPPO THERAPY

Obynochna Z.

*lecturer, Department of Architectural and Urban Development
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine*

ПРИНЦИПИ ТА ПРИЙОМИ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ЦЕНТРІВ ІПОТЕРАПІЇ

Обиначна З.В.

*викладач кафедри архітектури та містобудування
Івано-Франківського національного
технічного університету нафти і газу, Україна*

Abstract

The article outlines the principles and techniques of the architectural and planning organization of rehabilitation centers of hippotherapy.

The research and conclusions are based on the author's deep study of the world and domestic experience of designing similar institutions.

Анотація

У статті виведені принципи та прийоми архітектурно-планувальної організації реабілітаційних центрів іпотерапії. Дослідження та висновки зроблені на основі глибокого вивченого автором світового та вітчизняного досвіду із проектування подібних закладів.

Keywords: principles, techniques, architecture, rehabilitation center of hippotherapy.

Ключові слова: принципи, прийоми, архітектура, реабілітаційний центр іпотерапії.

На даний час залишається актуальним питання створення середовища, в якому можна відпочити та оздоровитись. Саме таким закладом виступає реабілітаційний центр іпотерапії. До планування центру потрібно підходити комплексно та відповідально. Враховувати особливості кожного відвідувача, персоналу та тварин (коней), яких використовують в реабілітаційних цілях.

З огляду на світові та вітчизняні тенденції проектування центрів іпотерапії, а також враховуючи специфіку багатофункціональності закладу можна сформулювати принципи архітектурно-планувальної організації реабілітаційного центру іпотерапії.

В першу чергу потрібно «зрозуміти» сам термін «принцип». Він походить від латинського

«principium», та означає «першооснова» [1, с.172, 173].

Визначено, що на формування архітектури реабілітаційних центрів іпотерапії впливають такі принципи (рис.1):

- оптимізації функціонального зонування;
- раціонального взаємозв'язку функціональних зон;
- компактності об'ємно-планувального рішення;
- композиційності;
- доступності;
- гнучкості планування;
- модульності;
- універсальності архітектурного простору;
- екологічності;

ПРИНЦИПИ		ПРИЙОМИ	
		ГЕНЕРАЛЬНИЙ ПЛАН	БУДІВЛІ І СПОРУДИ
ОПТИМІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ЗОНУВАННЯ		Поділ території та об'єктів на функціональні зони.	Виявлення можливості блокування будівель і споруд, забезпечення взаємозв'язків між зонами за допомогою проходів і переходів.
РАЦІОНАЛЬНОГО ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗОН		Об'єднання схожих за призначенням функціональних зон.	Об'єднання приміщень різного функціонального призначення в єдиний комплекс передбачивши зручні взаємозв'язки.
КОМПАКТНОСТІ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНОГО РІШЕННЯ		Формування об'ємно-просторової структури об'єкта з урахуванням економії коштовних земель, енерго- та ресурсозбереження. Використання моноблочної забудови та однооб'єктного компонування при формуванні території закладу.	Вибір оптимальної поверховості будівлі, схеми зонування, а також врахування необхідності використання підземного простору (автостоянки, техніко-обслуговуючі приміщення). Мінімізація периметра зовнішніх стін і протяжності внутрішніх комунікаційних шляхів.
КОМПОЗИЦІЙНОСТІ		Компонування генерального плану використовуючи різні схеми: компактну, транзитну, центрально-променеву, ландшафтну.	Впорядкованість стильового рішення, єдність функціонального призначення та конструктивного рішення.
ДОСТУПНОСТІ		Врахування потреб пацієнтів у безбар'єрній доступності шляхом використання спецзасобів для забезпечення їх мобільності.	Врахування потреб пацієнтів у безбар'єрній доступності шляхом використання спецзасобів для забезпечення їх мобільності (пандуси, ліфти, підйомники, рами). Нівелювання перепаду висот між кімнатами.
ГНУЧКОСТІ ПЛАНУВАННЯ		Забезпечення можливості трансформації простору - подальшого розширення території, адаптації до нових функцій та процесів.	Можливість розширення закладу шляхом прибудов, використання під деякі функції підвалів та горища, а також будівництво нових будівель та споруд.
МОДУЛЬНОСТІ		Застосування модульного озеленення території в організації ландшафтно-паркової зони.	Використання модульних модульних будівель - тимчасові піднавіси для коней, а також модульних меблів для збільшення та компактності кімнатного простору.
УНІВЕРСАЛЬНОСТІ АРХІТЕКТУРНОГО ПРОСТОРУ		Адаптація до нових функцій та процесів. Використання території за різним призначенням.	Використання кригого манежу для різних подій: реабілітації (іпотерапії, арт-терапії), змагань, концертів, кінного театру та ін. Багатофункціональність приміщень.
ЕКОЛОГІЧНОСТІ		Збереження природного середовища. Застосування екологічно чистих матеріалів.	Використання екологічно чистих матеріалів у вирішенні фасадів будівель та в інтер'єрному рішенні.
ІЗОЛЬОВАНОСТІ		Передбачення ізолюваних зон для кожної категорії відвідувачів. Вони повинні бути влаштовані як у тихій, так і у активній зоні відпочинку. Такими "зонами" можуть слугувати малі архітектурні форми, окремі куточки відділені кущами та деревами.	Максимальна ізоляція й одночасна оптимальна доступність приміщень при різноманітних схемах об'єднання просторів. Передбачення окремих номерів для вікових та фізичних груп населення. Це стосується як житлових, так і відпочинкових кімнат, а також кімнат очікування.
ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ		Врахування специфіки різної категорії відвідувачів: дітей з батьками, для дітей з ДЦП, аутизмом, затримкою психічного розвитку, пенсіонерів, спортсменів, ветеранів. Створення належних умов для кожної з них. Обов'язкова умова - передбачити безбар'єрне середовище для осіб з інвалідністю.	Влаштування ліфтів та пандусів, мінімізація перепадів висот у будівлі. Врахування специфіки кожного пацієнта - фізичні можливості та потреби. Визначення оптимального набору приміщень для загального користування.
ІНТЕГРАЦІЇ		Прийомування існуючого ландшафту під потреби закладу - використання існуючих дерев, кущів та рослинності для влаштування сенсорного саду, рекреаційної зони, а також поділу функціонального зонування на території.	Використання існуючих споруд для потреб закладу. Надання їм потрібних функцій. Можливе добудування до нових будівель та споруд.

Рис. 1

Принципи та прийоми архітектурно-планувальної організації реабілітаційних центрів іпотерапії

- ізолюваності;
- диференціації;
- інтеграції.

Кожен із наведених принципів формує прийоми архітектурно-планувальної організації реабілітаційних центрів іпотерапії (рис.1).

Зупинимось детальніше на кожному з них:

Принцип оптимізації функціонального зонування передбачає такі прийоми: генеральний план - поділ території та об'єктів на функціональні зони; будівлі та споруди - виявлення можливості

блокування будівель і споруд, забезпечення взаємозв'язків між зонами за допомогою проходів і переходів. Виділення функціональних зон дозволяє створити найкращі умови для реабілітації, праці та відпочинку. Функціональне зонування території залежить від її розміру, функціональної характеристики та природних умов.

Принцип раціонального взаємозв'язку функціональних зон передбачає такі прийоми: генеральний план - об'єднання подібних за призначенням функціональних зон; будівлі та споруди - об'єднання приміщень різного функціонального призначення в єдиний комплекс передбачивши зручні взаємозв'язки. Саме від зручного взаємозв'язку між функціональними зонами залежить комфортність перебування в закладі та ефективність роботи працівників.

Принцип компактності об'ємно-планувального рішення передбачає такі прийоми: генеральний план - формування об'ємно-просторової структури об'єкта з урахуванням економії коштовних земель, енерго- та ресурсозбереження, використання моноблочної забудови та однооб'єктного компонування при формуванні території закладу; будівлі та споруди - вибір оптимальної поверховості будівлі, схеми зонування, а також врахування необхідності використання підземного простору (автостоянки, техніко-обслуговуючі приміщення), мінімізація периметра зовнішніх стін і протяжності внутрішніх комунікаційних шляхів.

Оскільки заняття іпотерапією майже не мають протипоказань, і практично кожен бажаючий може відчувати на собі позитивний вплив від «спілкування» з конем, можна передбачити, що найчастіше реабілітаційний центр буде приймати відвідувачів

із різним станом здоров'я та різного віку. Важливо, що крім іпотерапії, заклад може надавати різноманітний спектр послуг. Враховуючи це, архітектор повинен створити споруду, в якій буде комфортно кожному пацієнту, а також будівля має бути максимально «зручною» в користуванні людьми з обмеженими можливостями та компактною в об'ємно-планувальному рішенні. Повинна бути приділена увага зручним зв'язкам як між групами приміщень, так і між елементами генплану.

Архітектура належить до просторових мистецтв, у яких образ існує в просторі й не змінюється з часом. Її структури тривимірні, уявлення про них складається внаслідок співставлення картин, що послідовно відкриваються з різних точок зору. Об'єктом сприйняття, через який людина осягає архітектуру, служить форма. Через неї висловлюються та сприймаються образи - носії загальнокультурної інформації, на неї спрямовані естетична творчість та естетична оцінка. За словами А. Іконнікова, форма архітектурного твору — це «внутрішній зв'язок та спосіб взаємодії матеріальних елементів і просторів твору архітектури між собою та оточенням, дані нам у чуттєвому сприйнятті... Разом з тим, це естетично впорядкована конструкція, створена за «законами краси» й наділена естетичною цінністю» [4, с.10].

На рисунку 2 здійснена спроба створення моделі компактного вирішення реабілітаційних центрів іпотерапії (малого, середнього, великого).

Малий (< 50 осіб), (рис.2, а). Найчастіше такі заклади є одноповерховими, тимчасового користування та включають декілька зон: вхідну, адміністративну, зону обслуговування, реабілітаційну, технічну та

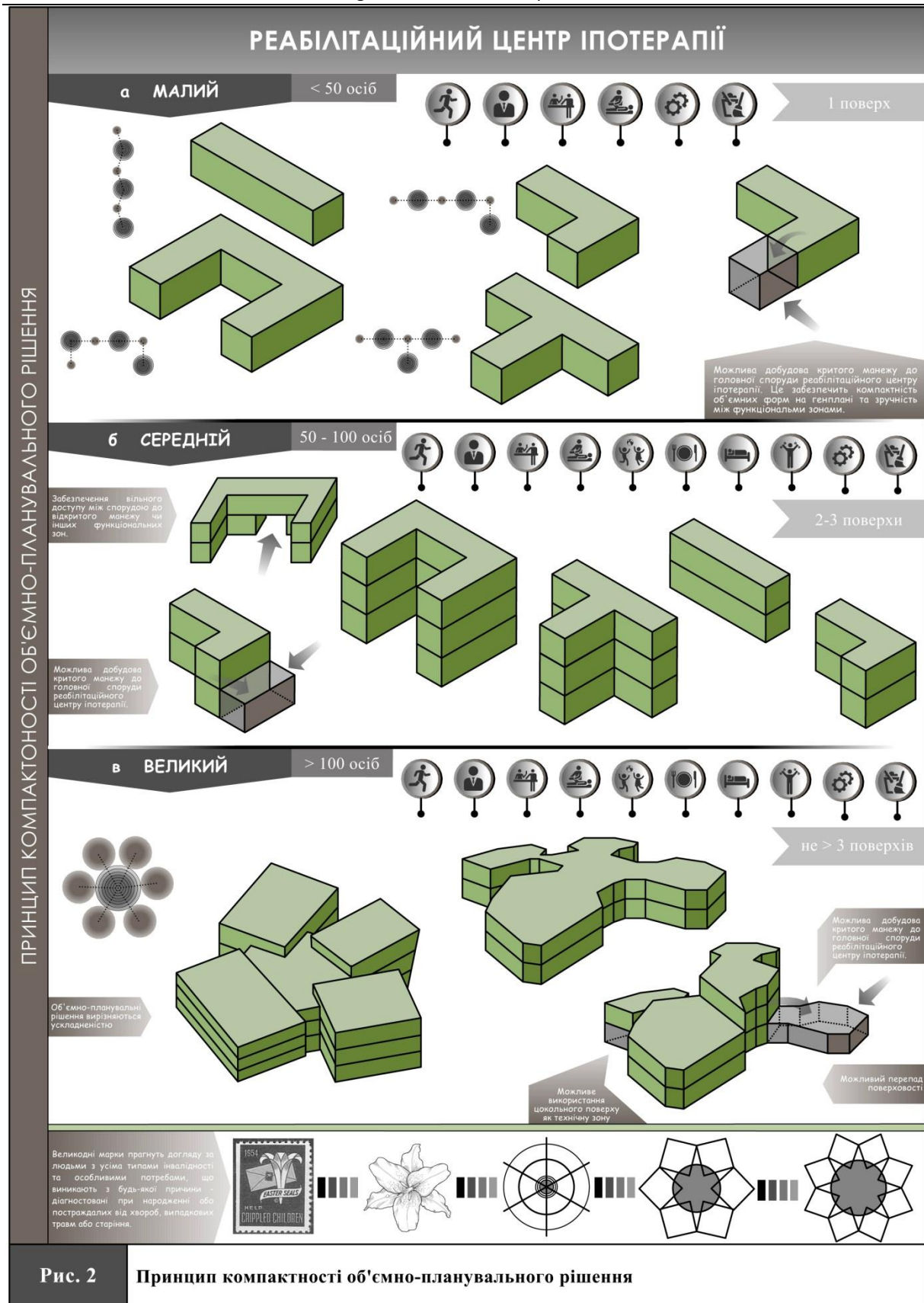


Рис. 2

Принцип компактності об'ємно-планувального рішення

господарську. Найбільш поширеною конфігурацією планування іпотерапевтичних центрів є звичайна пряма, «Г» - подібна, «П» - подібна та «Т» - подібна форма. Перевага того вибору є в тому, що така форма дозволяє легко планувати внутрішнє наповнення, передбачає наявність вікон в кожному

приміщенні, а також зручний зв'язок між приміщеннями. Така форма ідеально підходить для невеликих закладів, оскільки з'являється можливість зведення загального даху, завдяки чому спростується експлуатація будинку і зменшуються витрати на будівництво. Також виникає можливість

ефективно використовувати спільний простір мансарди. Таке планування виглядатиме на ділянці негрозоміздким, компактним, а також кутове планування будівлі даватиме захист від вітрів.

Ще одна з переваг такого типу планування - це можливість добудови критої арени до головної споруди. Такий прийом дозволить зменшити витрати на будівництво, дасть можливість зручно потрапляти на заняття з головної будівлі пацієнтам, які очікують на заняття всередині будівлі та персоналові, який проводить заняття, забезпечить компактність об'ємних форм на генплані та зручність між функціональними зонами.

Середній (50 -100 осіб), (рис.2, б). Заклад включає всі необхідні функціональні зони, які потрібні для тривалого перебування пацієнта та круглорічного функціонування закладу: вхідну, адміністративну, зону обслуговування, реабілітаційну, рекреаційну, харчову, житлову, спортивну, технічну та господарську. Конфігурацією планування середнього, як і малого центру, є звичайна пряма, «Г» - подібна, «П» - подібна та «Т» - подібна форма. Змінюється поверховість – заклад планується двоповерховим чи, при потребі, триповерховим. Оскільки середній заклад має можливість прийняти більшу кількість осіб, аніж малий та наявна велика кількість функціональних зон, це вимагає великої площі та периметру зовнішніх стін. Перевагою цьому є можливість забезпечення вільного доступу між спорудою до відкритого манежу чи інших функціональних зон зробивши невелику відкриту частину під другим поверхом, яка слугуватиме таким з'єднуючим проходом. Також можлива добудова критого манежу до головної споруди реабілітаційного центру іпотерапії.

«Г», «П» та «Т» - подібна форма будинку дозволить використовувати кожне крило для окремих категорій відвідувачів об'єднаних загальним двором.

Великий (> 100 осіб), (рис.2, в). Такий заклад є багатофункціональним та круглорічного використання, не більше трьох поверхів, об'ємно-планувальні рішення вирізняються ускладненістю. Він може вмістити досить велику кількість відвідувачів та всі необхідні функціональні зони, що вимагає «прискіпливого» підходу до планувального вирішення. Враховуючи те, що головними «лікарями» в такому оздоровчому центрі виступають коні, а їх утримання вимагає великої площі та достатньо великий перелік необхідних приміщень, для компактності планувального рішення бажано вибирати планування ускладненої конфігурації. Це може буди довільна форма, чи, наприклад, форма квітки, кожна «пелюстка» якої матиме свою функцію. Можлива добудова критого манежу, перепад поверховості, а також використання цокольного поверху для технічної зони.

Пропозиція щодо створення великого багатофункціонального реабілітаційного центру іпотерапії, яка базується на основі квітки має зв'язок із світовою практикою планування реабілітаційних центрів та має безліч прикладів різноманітних закладів такої форми. Як приклад, хочеться виділити, квітку лілію, як основу плану закладу для людей з обмеженими можливостями: лілія - символ весни, яка була офіційно включена як логотип Великодніх марок у 1952 році за її зв'язок з воскресінням та новим життям. Вони створені для підтримки дітей інвалідів та людей з обмеженими можливостями. Саме такі марки базуються на ідеї простоти та «просто права жити нормальним життям».

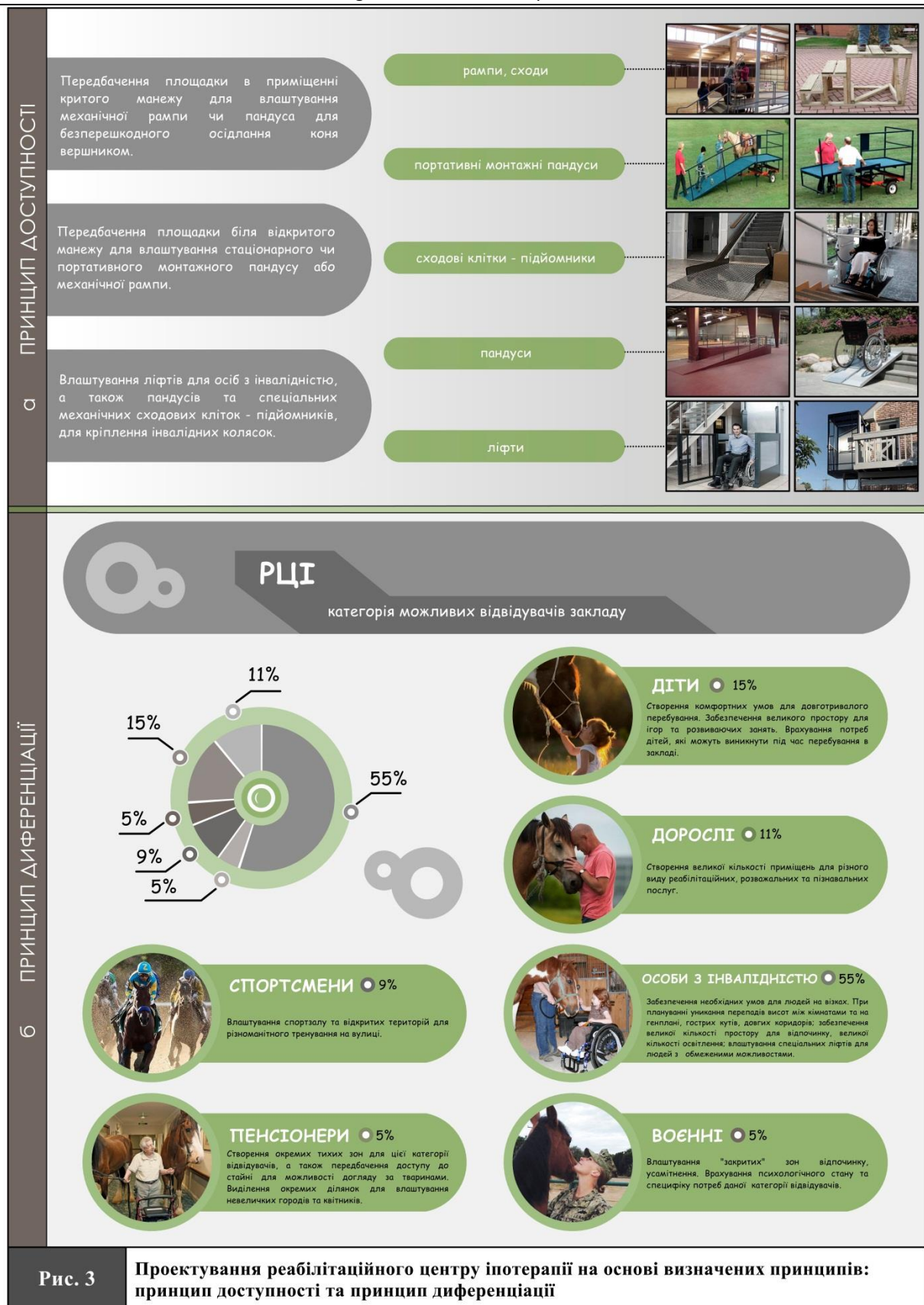
Організація, яка перетворилася на великодні марки, була заснована Едгаром Алленом (Edgar Allen), бізнесменом штату Огайо, який втратив сина в результаті трамвайної аварії. Відсутність адекватних медичних послуг, доступних для врятування його сина, спонукало Аллена продати свій бізнес і розпочати кампанію зі збирання коштів для будівництва лікарні у своєму рідному місті Елірія, штат Огайо. Ця лікарня продовжує діяти сьогодні як меморіальна лікарня Елірія.

Створення великодньої лілії в якості марки було роботою Рут Майлі Макклеллан (Ruth Miley McClellan) з Петербурга, штат Індіана. Лілія була представлена національному штабу організації в Чикаго в жовтні 1952 року і обрано як символ суспільства на конгресі в Сан-Франциско, де пані Макклеллан відвідала одного з трьох делегатів, що представляють Індіану. З тих пір вона з'явилася на кожній марці [3].

Саме з допомогою таких марок було зібрано великі кошти на будівництво лікарні, та квітка лілія стала символом «спасіння» тисячі людей з обмеженими можливостями, а її основа в планувальному рішенні може стати прикладом компактності та раціонального розташування функціональних зон реабілітаційного центру іпотерапії.

Принцип композиційності передбачає такі прийоми: генеральний план - компонування генерального плану використовуючи різні схеми: компактну, транзитну, центрально-променеву, ландшафтну; будівлі та споруди - впорядкованість стильового рішення, єдність функціонального призначення та конструктивного рішення.

Принцип доступності (рис.3, а) передбачає такі прийоми: генеральний план - врахування потреб пацієнтів у безбар'єрній доступності шляхом використання спецзасобів для забезпечення їх мобільності; будівлі та споруди - врахування потреб пацієнтів у безбар'єрній доступності шляхом використання спецзасобів для забезпечення їх



мобільності (пандуси, ліфти, підйомники, рампи). Нівелювання перепаду висот між кімнатами.

Пандус повинен бути побудований таким чином, щоб інструктор або гонщик могли йти по

рампи, коли виходить кінь. Біля коня не повинно бути

ніякого поруччя, а нахил не надто крутий, щоб ті люди, які матимуть коляски не маневрували. Електричні інвалідні коляски, як правило, мають

механізм руху справа, що робить бажаним переміщення з лівого боку крісла для осідлання коня.

Пандус повинен бути розташований за межами арени і розташований так, щоб він забезпечував пряму лінію від лотка до арени. Прямая лінія важлива для тих перших кроків, коли вершник осідлає коня. Рами, розташовані на арені, можуть перешкоджати повному використанню арени. Портативні пандуси ідеальні, але не завжди можливі [2].

Ще одним досить ефективним та вельми цікавим прикладом доступності є можливість контакту з тваринами людям, які ведуть тільки лежачий спосіб життя та в яких є обмеження в транспортуванні. Для цього в закладі створюються спеціальні кімнати, найкраще на першому поверсі та якомога ближче до виходу, який веде до стайні чи до манежу. Такий підхід в плануванні дає можливість безперешкодно приводити коня до пацієнта, щоб була можливість здійснення тілесного контакту. Як видно з різних джерел, такий прийом дозволяє людині відчувати себе сильнішою та здоровішою, після таких «дружніх» обіймів з такою благородною твариною.

Крім ліфтів, які обов'язково повинні бути передбачені в середині будівлі, можливе планування спеціальних ліфтів для людей на інвалідних візках, які розташовуються зовні споруди. Такі ліфти можуть сполучати загальний коридор житлового, харчового, реабілітаційного, чи розважального блоку. При проектуванні обов'язково потрібно врахувати факт наявності такого ліфта та сконцентрувати виходи коридорів до ліфтових зупинок.

Принцип гнучкості планування передбачає такі прийоми: генеральний план - забезпечення можливості трансформації простору - подальшого розширення території, адаптації до нових функцій

та процесів; будівлі та споруди - можливість розширення закладу шляхом прибудов, використання під деякі функції підвалів та горища, а також будівництво нових будівель та споруд. Необхідно виявити потребу в збільшенні послуг в закладі, що призведе до потреби в збільшенні території. Принцип гнучкості планування частково пов'язаний із принципом універсальності архітектурного простору, оскільки, як видно з попереднього дослідження, комунікативний та туристичний фактор має вагомий вплив на формування даних принципів та потребу в застосуванні різних прийомів щодо планування центру.

Принцип модульності (рис.4, а) передбачає такі прийоми: генеральний план - застосування модульного озеленення території в організації ландшафтно-паркової зони; будівлі та споруди - використання модульних будівель - тимчасові піднавіси для коней та над ігровими площадками, модульні павільйони, модульні малі архітектурні форми, а також модульні меблі для збільшення та компактності кімнатного простору.

При застосуванні модульного принципу побудови простору (зонішнього та внутрішнього) надається можливість створювати автономні архітектурні структури у вигляді взаємодії і видозмінення функціональних осередків в залежності від ситуації та параметрів, що задаються.

Принцип універсальності архітектурного простору передбачає такі прийоми: генеральний план - адаптація до нових функцій та процесів. Використання території за різним призначенням; будівлі та споруди - використання критого манежу для різних подій: реабілітації (іпотерапії,



арт-терапії), змагань, концертів, кінного театру та ін. Багатофункціональність приміщень.

Принцип екологічності (рис.4, б) передбачає такі прийоми: генеральний план - збереження природного середовища, планування закладу в еко-

логічно чистій місцевості; будівлі та споруди - використання екологічно чистих матеріалів у вирішенні фасадів будівель, в інтер'єрному рішенні, у рішенні малих архітектурних форм.

Принцип ізолюваності передбачає такі прийоми: генеральний план - передбачення ізолюваних зон для кожної категорії відвідувачів. Вони повинні бути влаштовані як у тихій, так і у активній зоні відпочинку. Такими "зонами" можуть слугувати малі архітектурні форми, окремі куточки відділені кущами та деревами; будівлі та споруди - максимальна ізоляція й одночасна оптимальна доступність приміщень при різноманітних схемах об'єднання просторів. Передбачення окремих номерів для вікових та фізичних груп населення. Це стосується як житлових, так і відпочинкових кімнат, а також кімнат очікування.

Принцип диференціації (рис.3, б) передбачає такі прийоми: генеральний план - врахування специфіки різної категорії відвідувачів: дітей з батьками, для дітей з ДЦП, аутизмом, затримкою психічного розвитку, пенсіонерів, спортсменів, ветеранів. Створення належних умов для кожної з них. Обов'язкова умова - передбачити безбар'єрне середовище для осіб з інвалідністю; будівлі та споруди - влаштування ліфтів та пандусів, мінімізація перепадів висот у будівлі. Врахування специфіки кожного пацієнта - фізичні можливості та потреби. Визначення оптимального набору приміщень для загального користування.

Зупинимося детальніше на кожній категорії можливих відвідувачів закладу (розглянемо багатофункціональний та багатопрофільний реабілітаційний центр):

Діти (15%) – потрібне створення комфортних умов для довготривалого перебування. Забезпечення великого простору для ігор та розвиваючих занять. Врахування потреб дітей, які можуть виникнути під час перебування в закладі.

Дорослі (11%) - створення великої кількості приміщень для різного виду реабілітаційних, розважальних та пізнавальних послуг.

Особи з інвалідністю (55%) - забезпечення необхідних умов для людей на візках. При плануванні уникання перепадів висот між кімнатами та на генплані, гострих кутів, довгих коридорів; забезпечення великої кількості простору для відпочинку, великої кількості освітлення; влаштування спеціальних ліфтів для людей з обмеженими можливостями.

Воєнні (5%) - влаштування "закритих" зон відпочинку, усамітнення. Врахування психологічного стану та специфіку потреб даної категорії відвідувачів.

Спортсмени (9%) - влаштування спортзалу та відкритих територій для різноманітного тренування на вулиці.

Пенсіонери (5%) - створення окремих тихих зон для цієї категорії відвідувачів, а також передбачення доступу до стайні для можливості догляду за тваринами. Виділення окремих ділянок для влаштування невеличких городів та квітників.

Принцип інтеграції передбачає такі прийоми: генеральний план - пристосування існуючого ландшафту під потреби закладу - використання існуючих дерев, кущів та рослинності для влаштування сенсорного саду, рекреаційної зони, а також поділу функціонального зонування на території; будівлі та споруди - використання існуючих споруд для потреб закладу. Надання їм потрібних функцій. Можливе добудування до нових будівель та споруд.

Варто зупинитись на **художньо-композиційному прийомі** (рис.5), який дозволив виявити такі особливості:



Рис.5

Проектування реабілітаційного центру іпотерапії на основі визначених прийомів: художньо-композиційний прийом формування РЦІ.

- врахування специфіки утримання коней – при стильовому рішенні центру врахувати наявність стайні для коней, які також потрібно включати в єдину стильову композицію;
- гармонійне поєднання кольору та фактури – візуальне сприйняття має велике значення у привабливості закладу, а що інше, як не чудово підібраний колір та фактура облицювання фасадів зможе

підсилити стильовий ефект та стильову гармонійність наявних будівель;

- дотримання місцевого стилю – часто можна спостерігати стильову особливість закладу, яка притаманна даному району;
- використання новітніх будівельних матеріалів та конструкцій – допоможе створити

оригінальний заклад, який відповідатиме сучасності;

- естетична оригінальність. Сучасне стильове рішення – оригінальність закладу визначається його стилевим напрямком, на що впливає бездоганне відчуття стилю архітектора, фінансові можливості, вибір будівельних матеріалів, особливості місцевості, де буде здійснене будівництво, а також індивідуальність самої будови відносно вибраного стилю архітектури;

- орієнтація на екологічну архітектуру – екологічно чисті матеріали у рішенні створює ефект єднання з природою, створює «домашній затишок»;

- гармонія з природним середовищем – створення закладу, який підкреслить природні особливості території, не порушуючи її цілісності, а навпаки підсилюючи найбільш привабливі зони.

Висновки. Реабілітація за допомогою коня з кожним днем все більше набуває популярності. У світі є вже велика кількість наукових праць, присвячених темі вивчення впливу іпотерапії на організм людини з різними захворюваннями. І, як видно із результатів таких досліджень, мають дуже позитивний ефект на організм людини. Завдяки таким дослідженням у архітектурній практиці можна спостерігати центри іпотерапії вузького спрямування, які орієнтуються на окремий тип пацієнтів та на декілька в одному закладі. Саме тут проявляється принцип диференціації (рис.3, б). До прикладу, є заклади, які створені для реабілітації методом іпотерапії для воєнних, для дітей з аутизмом, для дітей з

ДЦП, для дітей які мають проблеми з мовленням (логопедія), для спортсменів, пенсіонерів. Враховуючи фізичні можливості та потреби кожного з пацієнтів, до кожного з таких закладів потрібен особливий планувальний підхід. Це дає можливість стверджувати, що в майбутньому таких закладів ставатиме все більше, і потреба у вивченні такого типу реабілітаційних центрів є дуже важливою та своєчасною, а виявлення принципів та прийомів архітектурно-планувальної організації реабілітаційних центрів іпотерапії дозволить врахувати всі нюанси під час планування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Безродный П. П. Архитектурные термины: краткий русско- украинский словарь / под ред. В. В. Савченко. К.: Виц. шк., 1993. 272 с.
2. Professional Association of Therapeutic Horsemanship International (PATH Intl.). Mounting Ramp Plans [Електронний ресурс] – Режим доступу. – URL: <https://www.pathintl.org/resources-education/resources/27-resources/general/218-mounting-ramps>
3. Трагедія веде до натхнення. Великодні марки. [Електронний ресурс] – Режим доступу. – URL: https://www.stampcommunity.org/topic.asp?TOPIC_ID=10277
4. Иконников А.В. Художественный язык архитектуры. – М.: Искусство, 1985. – 175 с.

INNOVATIVE APPROACHES OF CONSTRUCTION FROM EFFECTIVE COMBINED MATERIALS IN THE ARCTIC REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION

Puntus V.

Candidate of Architecture, Associate Professor of Nevsky Institute for Management and Design, St. Petersburg

Pudovkina I.

Bachelor and master of engineering of Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ИЗ ЭФФЕКТИВНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ

Пунтус В.А.

к.арх.н., доц. Невского института управления и дизайна, Санкт-Петербург

Пудовкина И.С.

бакалавр, магистрант СПб ГАСУ, Санкт-Петербург

Abstract

Construction in the Arctic region is the priority direction in construction of Russia. The example of service office complex on 40 places shows innovative opportunities of improvement of buildings from the combination of the easy effective materials with constructions from reinforced concrete applied in aggressive conditions of Far North and the Arctic.

Аннотация

Строительство в Арктике является приоритетным направлением в деятельности России. На примере служебно-жилого комплекса на 40 мест раскрываются инновационные возможности совершенствования зданий из легких, эффективных ограждений, комбинированных с конструкциями из железобетона, который по настоящее время является лидирующим материалом для применения в агрессивных условиях Крайнего Севера и Арктики.

Keywords: construction in the Arctic; temporary accommodation complexes; container type constructions; frost resistance of reinforced concrete constructions; wear and durability of reinforced concrete designs.

Ключевые слова: строительство в Арктике; комплексы мобильного размещения; здания контейнерного типа; морозостойкость конструкций из монолитного железобетона; износ и долговечность железобетонных конструкций.

Активная фаза освоения и развития арктической зоны Российской Федерации требует значительных усилий по экспериментальному строительству, проверке новых и новейших материалов, технологий строительного производства и продвинутых архитектурных разработок, отличных от массового строительства, принятого на данный момент. Смена приоритетов в ходе естественной эволюции зданий и сооружений для регионов Крайнего Севера и Арктики не может произойти внезапно без обоснованной аргументации. Вполне естественным будет постепенный процесс обновления уже существующих архитектурно-конструктивных форматов.

Народнохозяйственная значимость вопроса обеспечения долговечности железобетонных конструкций для строительства в арктических регионах не поддается сомнению: сопоставительная оценка обследований объектов Сибири, Крайнего Севера и Арктики дает однозначный вывод - наблюдаемый физический износ железобетонных сборных и монолитных конструкций происходит до 4 раз интенсивнее ожидаемого, обращая внимание на четкую тенденцию к ухудшению работоспособности и необходимости проведения капитального ремонта как для наземной части, так и для конструкций оснований и фундаментов, испытывающих еще более агрессивное воздействие среды и низких температур.

Температурное воздействие является одной из наиболее частых причин разрушения железобетонных конструкций в северных районах. К числу основных факторов явлений, происходящих в бетоне при циклическом замораживании и оттаивании, относят следующие:

1. Механическое давление льда на стенки пор в процессе его кристаллизации и увеличении объема;
2. Гидравлическое разрушение под действием воды, вытесняемой образующимся льдом под действием отрицательных температур;
3. Гидростатическое давление воды, замкнутой в порах бетона и др.

Так в большинстве частых примеров накопления дефектов в конструкциях можно выделить несколько этапов деградации материала. Первый короткий период отличается высокой интенсивностью образования трещин, околлов, смещений, обусловленных конструктивными особенностями, технологией строительства и неизбежной реакцией здания на эксплуатационную нагрузку и среду. Перераспределение усилий в конструкции происходит преимущественно за счет пластических деформаций сжатой зоны бетона. Далее следует сравнительно недолгая нормальная эксплуатация, когда новых дефектов практически не возникало, и происходил регресс уже существующих повреждений.

Из-за ползучести при нагрузке происходят пластические деформации бетона и арматуры. Последующий заметный прирост дефектов является третьим этапом накопления коррозионных поражений арматуры, раскрытия трещин, активного продвижения влаги в порах и капилляров бетона. Происходит наибольшее перераспределение усилий, наступает недопустимое снижение работоспособности по причине появления признаков силового разрушения. Интенсивность и скорость протекания данного периода превосходит нормируемые сроки капитально-восстановительных работ, что остро подчеркивает потребность научного обоснования одного из наиболее важных показателей надежности железобетонных конструкций – их долговечность.

Отсутствие утвержденных методов прогнозов долговечности и ремонтпригодности ведет к существенным экономическим потерям в процессе эксплуатации сооружений, поскольку затраты на текущие и капитальные ремонтные работы объектов жилого и общественного назначения достигают до 35% стоимости проектно-монтажных работ по итогу всего периода использования конструкций для регионов Крайнего Севера и Арктики, а производственные и промышленные предприятия отличаются еще более высокими темпами физического износа. Таким образом для обеспечения оптимальной с экономической точки зрения долговечности проектирование, строительство и эксплуатация зданий из железобетона должны осуществляться на основе должных методов оценки эксплуатационных характеристик конструкций и наиболее важных показателей качества, таких как прочность, водонепроницаемость и безусловно морозостойкость, имеющую особое значение для бетонных конструкций при низких температурах.

Морозостойкость – один из важнейших показателей качества бетона, обеспечение которого особенно важно для арктического региона России в связи с его географическим положением и климатическими условиями. Морозостойкость представляет собой способность к сохранению физических и механических качеств материала при его многократном повторяемом замораживании и оттаивании. Наибольшее значение она должна иметь для бетонов, используемых для строительства дорожных и аэродромных покрытий, мостовых опор, гидротехнических сооружений. Показатели морозостойкости бетона как материала с пористой структурой напрямую зависят от степени, с которой данный материал расположен к поглощению влаги. И таким образом при оценке влияния циклического замораживания и оттаивания на напряженно-деформированное состояние железобетонных конструкций оказывают преимущественно деформативные свой-

ства бетона, влагосодержание, кинетика трещинообразования, сцепление арматуры с бетоном. И расчет конструкций рекомендовано производить в соответствии с ее действительным напряженным состоянием, принимая во внимание все изменения, вызванные попеременным воздействием температур в Арктике.

Изучение и анализ многочисленных исследований бетонов позволяет считать, что экспериментальные зависимости $\sigma - \epsilon$ являются наиболее приемлемой оценкой их конструктивных свойств. В рамках научного исследования данного были получены результаты испытаний свойств бетона под

нагрузением, которое обеспечивает постоянную скорость деформирования образцов. Это представляется особенно необходимым при исследовании структурных изменений, протекающих в бетонах вследствие неблагоприятных (в том числе температурно-влажностных) воздействий. Для получения результатов подвергался испытанию бетон В30 F450 по базовому ускоренному методу. Полученные по испытаниям бетонных образцов полные диаграммы деформирования по базовому методу под знакопеременным воздействием температуры представлена в следующем виде (Рис. 1):

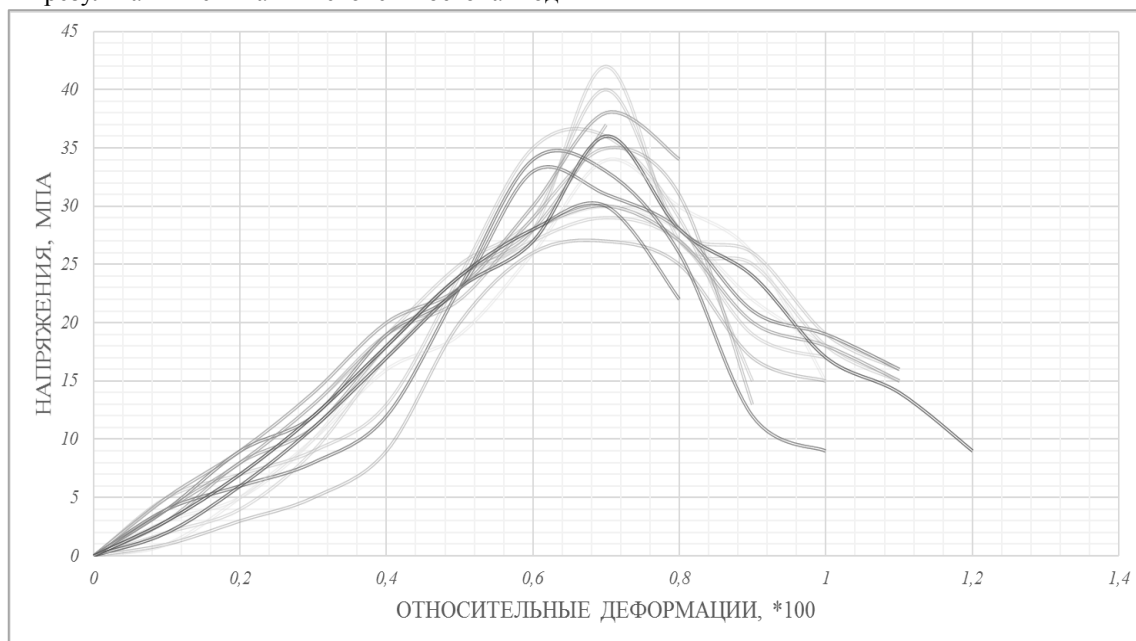


Рис. 1. Полные диаграммы деформирования бетона по испытаниям образцов, подвергнутых знакопеременному воздействию по базовому методу.

Полученная общая деформационная модель диаграммы $\sigma - \epsilon$ (Рис.2) показывает:

- участок 0- ϵ_{b0} – начальный участок деформирования

- участок $\epsilon_{b0} - \epsilon_{b1}$ – участок упругого деформирования

- участок $\epsilon_{b1} - \epsilon_{b2}$ – участок пластического деформирования

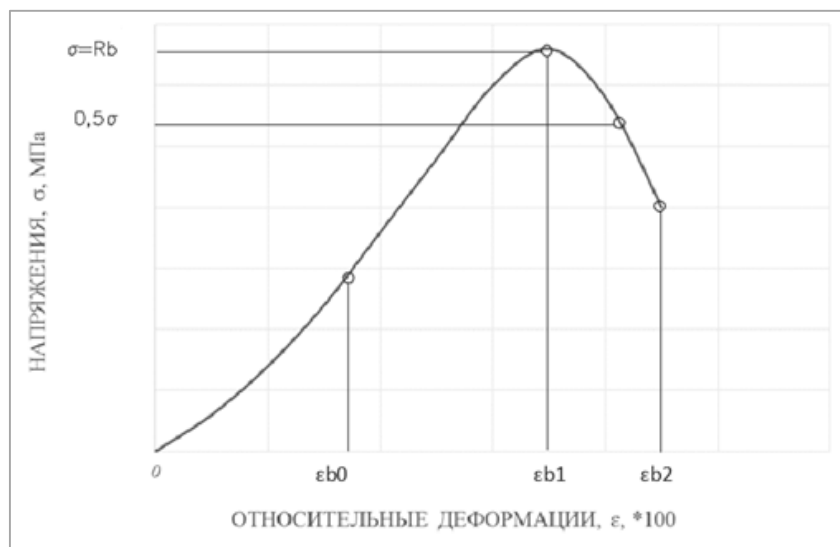


Рис. 2 Полные диаграммы деформирования бетона (полные), полученные после испытания бетонных образцов, прошедших знакопеременное воздействие (базовый метод)

При сопоставлении средних значений увеличение полных деформаций ϵ_b для образцов, прошедших ЦЗО, составило 40% по сравнению с контрольными образцами, не подвергаемыми переменному замораживанию и оттаиванию. Показательным является качественное увеличение участков ϵ_{b0} и ϵ_{b2} и уменьшение участка ϵ_{b1} , что говорит о структурных изменениях в бетонах при температурно-влажностных воздействиях и снижении способности упругого деформирования.

Таким образом для расчета конструкции в соответствии с ее действительным напряженным состоянием необходимо учитывать все изменения, вызванные низкотемпературными воздействиями. Предложенный экспериментально-расчетный метод прогнозирования морозостойкости основан на зависимостях от параметров, характеризующих структуру бетона и степень деструктивных изменений при циклическом замораживании и оттаивании в агрессивных средах. Расчетные методы также позволяют ориентировочно прогнозировать надежность и морозостойкость железобетонных конструкций. Огромный объем проведенных в нашей стране и во всем научном мире работ по получению морозостойкого бетона, лабораторные и натурные эксперименты, практические результаты строительства и эксплуатации различного рода сооружений в арктической зоне свидетельствуют о том, что существующие методы контроля морозостойкости не являются оперативными и требуют разработки ускоренных способов прогнозирования надежности конструкций, а также включения данных методов в применяемую структуру норм и в технологические приемы для обеспечения высокой надежности и долговечности конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Пунтус В.А., Мясепп К.К. Эволюция путей решения проблем строительства при освоении Арктики. / Всероссийский информационно-аналитический и научно-технический журнал «Русский инженер», №2 (59), с. 39-45.
2. Пунтус В.А., Пудовкина И. С. К развитию концепции российской арктической зоны на примере проекта высокоширотной научной обсерватории. / Научный журнал «Содружество» № 10, 2016, с. 5-13.
3. Карпов В.М., Пузанов И.И. Строительство и вечная мерзлота. / В.М. Карпов, И.И. Пузанов – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние. – 1970. – 96 с.
4. Велли Ю.Я., Докучаев В.В., Федоров Н.Ф. Здания и сооружения на крайнем севере. / Ю.Я. Велли, В.В. Докучаев, Н.Ф. Федоров – Ленинград: Госстройиздат. – 1963. – 492 с.
5. Сапрыкина Н.А. Мобильное жилище для Севера. / Н.А. Сапрыкина – Л.: Стройиздат. – 1986. – 216 с.
6. Зимин Л.И., Лазарева Л.Г. Вахтенные жилые комплексы для Севера. / под ред. Н.Н. Днепров. – Л.: Стройиздат. – 1978. – 152 с.
7. Строительные нормы и правила: СНиП 2.08.01-89 Жилые здания. Нормы проектирования. [Электронный ресурс]. / Нормативно-технический материал. Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП. – 2001. URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200164/> (дата обращения: 13.10.2018).
8. Строительные нормы и правила: СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия [Электронный ресурс]. / Нормативно-технический материал. – М.: ОАО "ЦПП". – 2010. URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200280/> (дата обращения: 13.10.2018).
9. Свод правил: СП 115.13330.2016 Геофизика опасных природных воздействий. Актуализированная редакция СНиП 22-01-95. [Текст]. / Нормативно-технический материал. – М.: Минстрой России. – 2016.
10. ГОСТ 22853-86. Здания мобильные (инвентарные). Общие технические условия. [Электронный ресурс]. / Введ. 01.01.1987. – М.: Изд-во стандартов. – 1986. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-22853-86/> (дата обращения: 13.10.2018).
11. Москвин В.М., Капкин М.М., Савицкий А.Н., Ярмаковский В.Н. Бетон для строительства в суровых климатических условиях / В.М. Москвин, М.М. Капкин, А.Н. Савицкий, В.Н. Ярмаковский. – М.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние. – 1973. – 172 с.
12. Бугрим С.Ф. О путях повышения стойкости бетона в условиях Севера / В кн.: Повышение эффективности нефтегазового строительства в условиях Севера / ВНИИСТ. – Сыктывкар. – 1974. – с. 88-156.
13. Прочность материалов и элементов конструкций в экстремальных условиях. В 2-х т. / Под ред. Писаренко Г.С. – Киев: Наукова думка. – 1980. — 535 с.
14. Пунтус В.А., Мясепп К.К. Концептуальное проектирование жилища для Арктики и Антарктиды / Жилищное строительство. – 2015. – №1. – с. 12-17.

FEATURES OF FORMATION OF THE ETIQUETTE OF REPRESENTATIONS OF CHILDREN OF PRESCHOOL AGE**Chupaha I.***Ph. D., associate Professor of preschool and primary education Gbou in Stavropol state UNIVERSITY pedagogical Institute***Shirvanian A.***Ph. D., associate Professor of preschool and primary education Gbou in Stavropol state UNIVERSITY pedagogical Institute***ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭТИКЕТНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА****Чупаха И.***к.п.н., доцент кафедры дошкольного и начального образования**ГБОУ ВО Ставропольский государственный педагогический институт***Ширванян А.***к.п.н., доцент кафедры дошкольного и начального образования**ГБОУ ВО Ставропольский государственный педагогический институт***Abstract**

The article deals with the formation of etiquette in preschool children as the basis of personal development and the entry of the child into the world of culture.

Аннотация

В статье раскрываются вопросы формирования этикета у детей дошкольного возраста, как основы личностного развития и вхождения ребенка в мир культуры.

Keywords: etiquette, etiquette culture, content of education, preschool age, socialization.

Ключевые слова: этикет, этикетная культура, содержание образования, дошкольный возраст, социализация.

Этикет - неотъемлемая часть культуры поведения, это те правила поведения, которые установлены обществом или социальной группой и является ярко выраженным феноменом культуры, который затрагивает всю гамму чувств и эмоций человека, обогащает человеческое общение.

Роль этикета в обществе всегда была очень велика, что подтверждается его длительной исторической и социальной эволюцией, функциями в обществе, многоплановой структурой, многообразными видами и формами.

Этикет представляет собой свод правил поведения о том, как нужно знакомиться, приветствовать друг друга, вести себя в театре, магазине, общественном транспорте, как наносить визиты и принимать гостей, как организовать дипломатический прием или семейный праздник, день рождения, как сервировать стол и многое другое [4, с.42].

Каждая группа людей, национальная или социальная, вырабатывает свои правила, внося определенный «колерит» в общепринятые поведенческие позиции.

Этикет российского общества формировался в XVIII в. на базе русских обычаев и традиций, своеобразно сочетавших в себе, правила европейского этикета, а в XIX веке в нашей стране на основе дворянского этикета сложился этикет нарождавшейся

буржуазии, появился этикет купеческий, мещанский.

Этикет может быть самым разнообразным по формам и функциям и может принимать такие формы как [4, с.72]: присутственный этикет (гости, приемы, рестораны, театры и др.); брачный этикет; семейный этикет; спортивный этикет; этикет путешествий; корпоративный этикет; деловой этикет; делового и неделового общения; обрядовый; застольный; беседы — визуальной, телефонной, электронной и др.

Знание правил этикета позволяет любому человеку, в том числе и ребенку в возрасте 6-7 лет произвести приятное впечатление своей манерой говорить, внешним видом, умением поддерживать разговор, вести себя за столом и т.д. О людях, которые придерживаются таких правил, говорят, что они воспитаны. Знание правил этикета — один из принципов воспитанности.

Этикет выполняет ряд социальных функций [3, с.112]:

1. Контактоустанавливающая - вежливое, уважительное отношение к собеседнику; привлечение его внимание, побуждение к вступлению в контакт.

2. Регулирующая функция — регулирование поведения людей в обществе. Соблюдение этикета делает людей предсказуемыми. Этикет

сигнализирует о принадлежности человека к определенной социальной и культурной среде. Этикет как пароль: место, занимаемое человеком в общественной иерархии, легко определяется по используемым им этикетным формулам.

3. Профилактика конфликтов. Это наиболее важная социальная функция этикета в межличностном общении, этикету в данном случае отводится роль сильного превентивного средства, некоего «синтона» («психологического поглаживания»).

Освоение этикета каждым человеком в ходе социализации происходит на двух уровнях[5, с.56]:

Первый уровень - подражания, дублирования, исполнения. Действия индивида не рефлексивны, не упорядочены, могут носить стихийный, случайный характер. Поступки ориентированы на форму, на то чтобы быть похожим на значимого другого.

Второй уровень - освоения. На этом уровне происходит осознание (осмысление), усвоение, закрепление на уровне навыков и привычек определенного социально-культурного опыта. Этот уровень представляется более сложным, имеющим свою внутреннюю структуру.

Социализация – это формирование личности человека на протяжении всей его жизни во взаимодействии с окружающей средой в процессе усвоения и воспроизводства социальных норм и культурных ценностей, а также саморазвития и самореализации в том обществе, к которому он принадлежит[4, с.81].

Этикетные навыки не передаются по наследству генетическим путем. Они приобретаются индивидом в процессе социализации, научения, выработки собственного отношения к существующим в его социальной среде образцам поведения, в процессе собственного жизненного опыта. На каждой ступени развития он должен преподноситься по-разному, опираясь на внутреннюю готовность и способность самих «обучающихся».

Лихачева Л.С., рассматривая этикет как способ развития социально- культурной идентичности, предлагает совместить последовательность индивидуального овладения этикетом с возрастной периодизацией, основанной на выделении ведущих видов деятельности, характерных для того или иного возрастного периода (на основе возрастной периодизации А. Н. Леонтьева) [2, с.21]. В то же время, по мнению ученого, нет жесткой зависимости этапов овладения этикетом от возраста индивида. Кто-то может пройти эти этапы раньше, кто-то позже. У дошкольников примерно с пяти лет, начинается активное усвоение норм человеческих взаимоотношений.

Дети 3-7 лет находятся на первом этапе овладения этикетной культурой, которая опосредована рядом особенностей личностного развития дошкольного возраста[3, с.84]:

1. Конкретно-образного мышления.
2. Высокой степенью внушаемости.
3. Действием механизма подражания взрослым.
4. Непререкаемым авторитетом воспитателя.

5. Превалированием действия по образцу.

6. Ведущим видом деятельности - игрой.

Сообразно этим особенностям дети дошкольного возраста способны воспринимать и понимать этикетное содержание лишь в том случае, если оно непосредственно связано с их жизнедеятельностью, общением и иллюстрировано конкретными примерами, представленными в виде образцов-идеалов поведения окружающих людей. Благодаря авторитету взрослого этикетные требования воспринимаются детьми как естественные и необходимые и дети готовы следовать им только потому, что они исходят от педагога, родителя. При этом недостаточность критичности восприятия и мышления приводит к тому, что выполняя этикетные требования, дети не всегда понимают их объективную необходимость, социальный и личностный смысл.

Первоначальным механизмом этикетного поведения служит подражание. Действуя только по подражанию, дети приобретают опыт стереотипного поведения и поэтому не знают, каким образом вести себя или как относиться к поведению и поступкам других в необычных, нестандартных ситуациях, они весьма категоричны в оценках поведения окружающих, но при этом с трудом обнаруживают свои собственные ошибки.

Овладение культурным содержанием в целом и этикетными знаниями в частности наиболее успешно происходит в условиях игровой дидактической ситуации, поскольку она приближена к опыту детей, является эмоциогенной, допускает возможность неоднократной апробации разных вариантов поведения и коррекции ошибок.

Обучение дошкольников правилам этикета проходит в два этапа: на первом (младший и средний дошкольный возраст), формируются первичные представления о поведенческих правилах. Взрослый только называет правило и следит за его соблюдением со стороны воспитанника. Приемы объяснения правил или беседы об их значении используется только в отношении самых простых правил и ограничиваются подведением детей к пониманию того, что их выполнение позволит не ссориться с друзьями, жить дружно, что так поступают большие дети и это приятно окружающим.

В старшем дошкольном возрасте формирование нравственных качеств личности и привычек культурного поведения активно продолжается. Содержание педагогического процесса на этом этапе составляет воспитание уважения к родным и близким, привязанности уважения к воспитателям, осознанного стремления порадовать старших хорошими поступками, желание быть полезным окружающим. У детей старшей группы необходимо активно и последовательно формировать дружеские взаимоотношения, привычку играть и заниматься сообща, умение подчиняться требованиям, в своих поступках следовать примеру хороших людей, положительным, героическим персонажам известных художественных произведений [5, с. 67].

Формирование основ этикетной поведенческой культуры у детей дошкольного возраста проходит по следующему алгоритму[5,

с.98]:

- 1) познакомиться с этикетным правилом;
- 2) понимать его разумность и необходимость;
- 3) уметь его применять;
- 4) эмоционально переживать успешность или неудачу его выполнения

Пройдя обучающий цикл, дошкольник, снова возвращается к правилу, но на ином уровне. А. Хранюк, Н. Машелева в своей статье об особенностях формирования знаний об этикете у детей дошкольного возраста пишут о том, что, для детей в возрасте 6-7 лет являются доступными знания о том, как правильно вести себя за столом, как вести беседу, о правилах поведения в общественном транспорте, в цирке, театре и т. д [2, с.54].

На основе анализа особенностей детей дошкольного возраста, авторы, в своей статье предлагают следующие этапы по формированию этикетных знаний [6, с.112]:

1 этап – знакомство с правилами, коррективка имеющихся знаний.

2 этап – обогащение развивающей среды необходимыми предметами и материалами, обеспечивающими ребенку возможность применения тех или иных этикетных знаний;

3 этап – закрепление полученных знаний посредством различных игр, занятий, организации праздников, развлечений.

4 этап – самостоятельное выполнение правил этикета в соответствии с различными жизненными ситуациями и обстоятельствами (организация работы в развивающих центрах, уголках).

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом дошкольного образования (ФГОС ДО), в большинстве образовательных программ ДО ребенок в возрасте 6-7 лет должен знать и уметь выполнять[1]: правила столового этикета (использование прибором, правила аккуратного приема пищи, поведения за столом); правила соблюдения культуры внешнего вида (одеваться в соответствии с событием повседневная одежда, праздничная, одежда для культурных мероприятий с учетом своих индивидуальных особенностей и чувства меры; поддерживать свою одежду и обувь в чистоте и порядке; умение привести внешний вид в порядок), знания и умения речевого этикета (правила обращения к сверстнику и взрослому, правила ведения разговора по телефону, знание речевых этикетных формул – приветствие, прощание, выражение благодарности и т.д.); традиции и правила поведения в общественных местах: театре, на выставке, в музее, в кафе, в транспорте и т.д.); правила поведения в детском саду, школе, библиотеке; правила поведения в разнообразных жизненных ситуациях (день рождения, ситуация знакомства, прием гостей и т.д.).

Анализ имеющихся у детей представлений об окружающих предметах и явлениях позволяет

выделить два различных, но взаимосвязанных пути формирования этих представлений.

Первый путь – это формирование представлений в процессе непосредственного восприятия предметов, но без их практического преобразования. На основе перцептивных действий у детей формируется умение воспроизводить в представлении различные предметы и явления, которые до этого выступали как объекты их восприятия.

Второй путь – формирование детских представлений в процессе практической, преобразующей деятельности самих детей. Усвоенные с помощью взрослого способы практического преобразования предметов выступают как мощный инструмент познания окружающего мира вещей. Мы полагаем, что наиболее продуктивным применительно к решению задач настоящего исследования является второй путь формирования этикетных представлений у детей дошкольного возраста.

Таким образом, этикет – очень важная часть общечеловеческой культуры, выработанная на протяжении многих веков всеми народами в соответствии с их представлениями о добре, справедливости, нравственности, а также о красоте, порядке, благоустройстве, бытовой целесообразности. Освоение этикетных знаний, их осмысление детьми позволяет ребенку выстраивать бесконфликтные отношения с партнерами, как с детьми, так и со взрослыми. Эффективность образовательной работы по решению задач формирования таких знаний в существенной степени зависит от того, какие педагогические средства для этого использует педагог.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бабошина, Е. Б. Ценностный подход к становлению человека культуры в педагогическом образовании: монография / Е. Б. Бабошина. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2014. – 216 с.
2. Бондаревская Е.В., Кульневич С.В. Педагогика: личность в гуманистических теориях и системах воспитания. Ростов-на-Дону: Учитель, 2014. — 560 с. (в эл. варианте - 263 с.)
3. Бондаревская Е.В. Гуманистическая парадигма личностно-ориентированного образования // Педагогика. - 1997. - № 4. С.12 — 15.
4. Лихачева Л.С. Этикет как способ развития социально-культурной идентичности // Журнал Человек в мире культуры, № 3 / 2015
5. Максимова И. В., Полянская Н. В. Педагогические условия воспитания культуры поведения у детей старшего дошкольного возраста. - СПб., 2014
6. Смирнова Е.О. Межличностные отношения дошкольников: диагностика, проблемы, коррекция / Е.О.Смирнова, В.М.Холмогорова. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2015 – 147 с.

ECONOMIC CRISIS IN VENEZUELA: SOURCES AND PROSPECTS**Semenov V.***PHD of Economics, Chief of Laboratory,
Center of economic research, Institute for Latin American Studies. Moscow.***ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КРИЗИС В ВЕНЕСУЭЛЕ: ИСТОКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ¹****Семенов В.Л.***Доктор экономических наук,
Институт латиноамериканских исследований, заведующий лабораторией. Москва***Abstract**

The article examines the causes and consequences of the unprecedented socioeconomic crisis that Venezuela is experiencing. Its main reason is the implementation of the economic policy aimed at depriving of incentives for work and forcing out medium-sized and large entrepreneurs from the economy and creating on their basis cooperatives, partnerships, family and small enterprises, communes, which turned out to be substantially less profitable either completely incapacitated. At the same time, resources were extremely irrationally used in the public sector, at whose enterprises key posts are increasingly occupied by servicemen who do not have sufficient qualifications and experience.

Among the important consequences of the crisis, in addition to hyperinflation, the depreciation of the national currency, the acute shortage of basic necessities and the decline in the standard of living of the population, its mass exodus is of particular importance. The country's recovery plan involves dismantling a system of tight control over the economy, returning the national and attracting foreign capital, and obtaining a stabilization loan from the IMF. Dollarization can be a useful tool for suppressing inflation and recovering from the crisis. All this will help to return millions of emigrants to the country.

Аннотация

В статье рассматриваются причины и последствия беспрецедентного социально-экономического кризиса, который переживает Венесуэла. Предлагается план мер по восстановлению ее экономики.

Keywords: Crisis, inflation, devaluation, deficit, emigration, default, dollarization, stabilization**Ключевые слова:** Кризис, инфляция, девальвация, дефицит, эмиграция, дефолт, долларизация, стабилизация**Причины и последствия кризиса**

В 2000-е годы, в период высоких цен на нефть никто в Венесуэле не мог предположить какой кризис ее ожидает спустя десятилетие. Первым тревожным сигналом стало падение ее ВВП в течение двух лет подряд во время мирового кризиса 2008-2010 гг. (-3,2% и -1,5%, соответственно, в 2009 г и 2010 г.) [1, с.73] В Латинской Америке это произошло только в Венесуэле. Начавшееся затем оживление ее экономики продолжалось фактически только два года. Уже в 2013 г. прирост ВВП страны снизился до 1,3% (с 5,6% в 2012 г., см. табл.1). Экономический спад, таким образом, начался еще при высокой цене на нефть (105,9 долл./барр.), что указывает на его фундаментальные причины [2].

Главной его причиной является политика правительств. Ее, практически единолично, определял У.Чавес, умело используя одобряемые Национальной Ассамблеей законы об особых полномочиях. Стиль его руководства лондонский журнал *The Economist* оценил, как «опрометчиво неосторожный». А известный венесуэльский эксперт

Луис Леон, комментируя меры Чавеса по лишению автономии Центрального банка Венесуэлы, констатировал: «Экономика не может следовать прихотям и капризам и восстает против казарменных приказов».

Сказались многие годы реализации экономической политики, направленной на вытеснение из хозяйственной жизни страны средних и крупных предпринимателей. Сотни эффективных частных компаний были конфискованы, оставшиеся потеряли стимулы к работе из-за жесткого контроля над ценами, издержками производства, валютным обменом. Многие кооперативы, товарищества, семейные и мелкие частые предприятия, коммуны, созданные на основе конфискованных фирм, оказались, в большинстве своем существенно менее рентабельными либо полностью недееспособными.

Крайне нерационально использовались ресурсы в государственном секторе. В результате распыления средств, милитаризации экономики, когда ключевые посты на предприятиях занимают военнослужащие, неблагоприятного изменения цен на мировом рынке нефти производство в важнейших

¹ Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ. № проекта 18-014-00053 «Венесуэла на перекрестке глобальных интересов: риски и возможности для России в условиях кризиса Боливарианского проекта».

базовых отраслях, прежде всего, в нефтяной промышленности, электроэнергетике и черной металлургии пришло в упадок.

Особенности политики Н. Мадуро и ее последствия

2012 год стал, практически, последним годом пребывания у власти президента У.Чавеса. Для достижения победы в октябре на президентских, а в декабре – на региональных выборах им были предприняты беспрецедентные усилия. Общий объем текущих бюджетных затрат вырос в 2012 г. на 31,0%, в т.ч. затраты на оплату труда – на 33,6%[3]. Пикового значения (24,1%) достигли и темпы прироста валовых капиталовложений в основной капитал[4]. Но финансирование затрат в существенной мере осуществлялось за счет наращивания внешнего долга, который вырос на 9,7% (со 103,1 до 113,1 млрд. долл.) [5], а также сокращения золотовалютных резервов на 8.4 млрд. долл. Первичный дефицит баланса госсектора составил 13,8% ВВП (см. Табл.1).

Н. Мадуро, который стал президентом страны в апреле 2013 г., досталось тяжелое наследство: значительный бюджетный дефицит, высокая инфляции и растущий внешний долг, при существенно меньшем объеме располагаемых ресурсов. Он стремился следовать курсом, проложенным его предшественником, в т.ч. завершать начатые У. Чавесом проекты, сохранять, а в некоторых сферах и усиливать, государственный контроль над экономикой. Но острота назревших проблем заставляла его в ряде случаев вносить коррективы в используемые меры экономической политики. Однако они не принесли желаемых результатов.

Уже в феврале 2013 г. (когда Мадуро в связи с болезнью президента исполнял его обязанности) он провел давно назревшую девальвацию боливара, курс которого снизился с 4,3 до 6,3 бол./долл., или на 32%[6]. К этому времени его курс на параллельном рынке был в 4,5 раза ниже официального. Однако расхождение между рыночным и официальным курсами продолжало стремительно нарастать. Новые девальвации могли существенно снизить популярность Н. Мадуро, и ситуация вынудила правительство осуществлять их скрытыми методами.

В конце марта 2013 г. была введена Вспомогательная система распределения валюты (Sicad 1), в рамках которой курс и объемы приобретаемой валюты устанавливались на аукционах. Аукционы Sicad 1 начались в октябре 2013 года. Однако обмен валюты на них не являлся равноценным обмену на свободном рынке, поскольку в торгах могли участвовать только определенные правительством отрасли и компании, а объемы продаваемой валюты были небольшими. Курсы, устанавливаемые с использованием механизма торгов были примерно в 2 раза ниже официального, что и указывает на то, что целью правительства было скрытно девальвировать боливар. При этом 80% необходимой валюты обменивалось по фиксированному курсу с целью закупки продуктов питания и лекарств, оборудования и материалов для развития промышленности, раз-

вития науки и технологий[7]. В марте 2014 г. правительство объявило о создании нового механизма управления валютным обменом (Sicad II), который, наряду с госучреждениями, позволял проводить обменные операции частным компаниям и банкам, с привлечением их средств. Правительство в связи с этим рассчитывало, что курс в рамках Sicad II будет ближе к рыночному. Первые торги это подтвердили. 31 марта 2014 г. соотношение трех официальных курсов (бол./долл.) составило: фиксированный – 6,3, SICAD 1 – 10,7 и SICAD 2 – 50, 9[8]. В то же время курс параллельного рынка в январе был около 80. Основная проблема в использовании системы валютного обмена, которая побуждала правительство упразднить действующие и создавать новые механизмы обмена, заключалась в нехватке иностранной валюты: правительство испытывало растущий её дефицит, а частный сектор, из предосторожности, не спешил наполнять ею венесуэльский рынок. Торги проводились нерегулярно, при этом объемы валюты на них торговались незначительные. В июне 2014 г. президент обратился к частному сектору с прямым призывом обеспечить SICAD II валютой, что нельзя расценить иначе, как ее провал. О недоверии инвесторов к правительству свидетельствует тот факт, что в условиях дефицита долларов в стране вклады венесуэльского частного сектора за рубежом достигли в этот период 160 млрд. долларов[9]. Чехарда с созданием новых систем обмена и валютных курсов продолжилась. В начале февраля 2015 г. система SICAD II была упразднена[10], и, одновременно, была создана новая система обмена (Simadi), курс в которой определялся на основе ежедневных торгов, в которых участвовали только частные покупатели и продавцы, утвержденные Центральным Банком Венесуэлы. 9 марта 2016 г. на ее основе был установлен новый курс – DICOM, который определялся спросом и предложением на аукционах. Объемы закупки валюты частными лицами и компаниями ограничивались. Исходное значение DICOM было установлено равным курсу Simadi в начале марта, в последний день перед ее упразднением. По результатам аукциона в августе 2017 г. курс DICOM составил 3345 бол./долл. [11].

Другим заметным изменением экономического курса правительства был почти полный отказ от экспроприации частных предприятий, хотя угрозы в их адрес продолжали раздаваться. После одобрения в феврале 2014 г. Закона о справедливых ценах, установившего предел в 30% для прибылей компаний и тюремное заключение на срок до 14 лет за его нарушение, президент предупредил, что имущество предприятий, нарушивших этот закон, будет конфисковываться[12].

Следование, в основном, прежней, сохранившей свои основные черты экономической модели в условиях резко ухудшившейся внешней конъюнктуры привело к драматическим изменениям в социально-экономической ситуации в стране. В связи с неожиданно быстрым снижением с середины 2014 г. мировых цен на нефть хозяйственный механизм, начавший давать сбои при благоприятной внешней

конъюнктуре, сразу же потерял еще имевшуюся у него динамику (см. табл.1). Если максимальные темпы спада ВВП в последующий период достигали 16,5%, то приток валюты от экспортных операций снизился в разы. Объем нефтяных поставок (на них в 2012-2016 гг. пришлось 94,8% всего экспорта) снизился за эти годы с 93,6 до 24,6 млрд. долл. или в 3,8 раза, при снижении всего экспорта в 3,2 раза. В 2017 г. стоимость экспорта нефти выросла до 26,6 млрд. долл., общий же объем экспорта в 2016-2017 гг. тем не менее снизился с 29,7 до 29,2 млрд.долл.[13].

Падение производства, в том числе предметов массового спроса, в условиях сокращения притока иностранной валюты лишь частично компенсировалось за счет импорта. Внешние поставки продовольствия выросли (в млрд. долл.) с 7,5 до 7,7 в В то же время импорт лекарств снизился в 2012-2017 гг. с 3,5 до 0,2 млрд. долл.

Появился устойчивый и растущая нехватка предметов первой необходимости, и прежде всего, продовольствия и лекарств. В июле 2016 г. в Каракасе дефицит основных продуктов венесуэльского рациона питания оценивался в 60,7% [14]. Ввиду серьезных трудностей с обеспечением товарами массового спроса венесуэльцы начали закупать их в Колумбии, пересекая пешком границу между двумя странами. Постепенно численность таких рейдов возросла до 130 тыс. человек, и президент Н. Мадуро давал на это разрешение, учитывая то, что такие закупки позволяли снижать социальное напряжение, накопившееся от постоянного стояния в очередях. Позже рейды венесуэльцев осуществлялись на легальной основе — договоренности с правительством Колумбии.

Катастрофическое снижение уровня жизни населения, растущая угроза его безопасности обострили проблему миграции. Если за последние 2 десятилетия страну покинуло 3 млн чел., то только за два последних года — 1,2 млн. Основное направление эмиграции венесуэльцев — в соседние страны региона, и, прежде всего, в Колумбию. В конце 2017 г. в этой стране их насчитывалось около 550 тыс., на 62% больше, чем годом ранее. В 2018 г. уже приехало еще 50 тыс. человек [15]. Кроме того транзитом пересекли Колумбию и направились, в основном, в Эквадор, Аргентину, Чили, Перу и Бразилию, еще 231 тыс. венесуэльцев (32 тыс. в 2016 г.)

Важен и состав эмигрантов. В общем их числе растет доля представителей среднего класса, в том числе, специалистов и профессионалов, преподавателей университетов, а также молодых людей. Один из лидеров венесуэльской оппозиции, Хулио Борхес, в апреле 2018 г. объяснил это тем, что средний класс в условиях венесуэльского кризиса «страдает больше всех или столько же, как и менее обеспеченные слои» [16]. «Венесуэльский профессионал, — отметил он — может получать 5 или 7 долларов в месяц и не имеет субсидии или защиты со стороны правительства. Эта мизерная зарплата в условиях гиперинфляции рушит надежды любого человека. И самое трагичное в том, что Мадуро этим пользуется. Гуманитарная трагедия ему выгодна по двум причинам: страну покидают средний

класс и молодые люди, которые больше всего выступают против него. В то же время остаются самые слабые, которых он хочет подчинить. через продовольствие и субсидии.”

Снижение поступлений от экспорта привело к значительному росту отрицательного сальдо государственного бюджета и, кроме того, повлекло за собой обесценение боливара. С 2013 г. по 2017 г. первичный дефицит баланса госсектора вырос с 10,0 до 18,0% (См. табл.1). Курс местной валюты падал стремительно. Фиксированный основной курс, по которому осуществляется основной объем официальных обменных операций, после девальвации в начале 2016 г. снизился с 6,3 до 10 бол. за доллар. Неофициальный курс, который наиболее точно отражает степень обесценения боливара, с 9.01.2017 по 8.01.2018 понизился с 3355,2 до 143275 бол./долл. [17]. Разрыв более чем в 14 тыс. раз между основным и неофициальными курсами создавал огромные возможности для коррупции. В этой ситуации правительство решило пойти на ликвидацию с 1 февраля 2018 г. фиксированного курса в 10 бол./долл. и перейти к унитарному курсу (курс DICOM), значение которого определяется на аукционах. Согласно новому регулированию участие государства в обеспечении торгов иностранной валютой ограничено, и основная ответственность за предоставление ликвидности возлагается на частный сектор. В связи с этим в подготовленном компанией FocusEconomics (одном из ведущих мировых поставщиков услуг в сфере экономического анализа и прогнозирования) исследовании говорится: «Испытывающие дефицит денежных средств домохозяйства и фирмы — это те, кто сильно нуждается в ликвидности, из чего вытекает, что новая система (В.С. — валютного обмена) будет испытывать прежние проблемы, и субъектам рынка при ведении операций с иностранной валютой придется по-прежнему полагаться на параллельный рынок.

Эта проблема усугубляется финансовыми санкциями США, которые, как подчеркнул Центральный банк Венесуэлы, создали значительные трудности в операциях по передаче иностранной валюты между государственными и частными банками на аукционе 1 февраля» [18].

Кроме того, поддержание разрыва почти в 10 раз между курсами DICOM и параллельного рынка сохраняло стимул для спекуляции валютой тем, кто имеет доступ к ней по официальным каналам, что также ставит под сомнение жизнеспособность новой валютной системы.

По результатам первых февральских торгов курс DICOM составил 25 тыс. бол./долл. Значения курсов, полученных на торгах в начале июня 2018 г. свидетельствуют об их быстром снижении и о расширении разрыва между ними и курсом параллельного рынка. 8 июня DICOM составил 94112 бол.долл., а рыночный курс — 2,2 млн бол./доллар., то есть его значение оказалось в 23,4 раза ниже унитарного курса[19].

17 августа 2018 г. президент объявил о введении новой единой валюты, привязанной к криптовалюте Петро (введена правительством в начале 2018 г.). Один петро будет эквивалентен 60 долла-

рам США или 360 миллионам боливаров. Это соответствует новому обменному курсу в 6 миллионов боливаров за доллар, который становится близким по значениям широко используемому курсу черного рынка. В результате проведенной реформы новый единый обменный курс оказался в 24 раза ниже, чем его предшественник – DICOM соответственно, в боливахах 6 млн и 248,8 тыс.), что подразумевает девальвацию в 96% [20].

20 августа 2018 г. в Венесуэле произведена деноминация национальной валюты путем ликвидации 5 нулей на ее купюрах, что упростит операции с ней. Новая валюта получила название суверенный боливар [21].

Необоснованное увеличение денежной эмиссии и быстрое падение курса боливара способствовали инфляции. Показатель динамики потребительских цен вырос в период с 2013 г. по 2017 г. с 43,5 до 1087,5% [22], что означало снижение жизненного уровня венесуэльцев. Процент бедного населения только в 2013-2015 гг. увеличился с 35% до 74% [23], а в 2018 г. – до 87%, при показателе крайней бедности – 61%. Это намного выше средних значений по Латинской Америке, соответственно – 31 и 10% [24]. Правительство в 2017 г. повысило минимальную заработную плату наемным работникам на 437,4% [25], что гораздо ниже показателя потребительской инфляции на конец года – 1133,0% [26], которую большинство экономистов считают самой высокой в мире. [27] Безработица в 2015-17 гг. выросла с 13,3 до 33,3% [28].

Плачевная ситуация в экономике, наряду с другими факторами усугубляет и без того тяжелую ситуацию в обслуживании внешних обязательств страны. Внешняя задолженность Венесуэлы по данным ЭКЛАК выросла в период 2012- 2016 гг. с 118,3 до 152,3 млрд. долл. [29]. В 2017 г. внешний государственный долг составил, по данным агентства Reuters, 140, а долг PDVSA - около 50 млрд. долл [30]. Платежи по обслуживанию долга в течение 5 лет колебались, в среднем, на уровне 22,5 млрд. долл. Однако в связи с резким снижением, начиная с 2014 г., объема экспорта страны, значительно выросло по отношению к нему бремя долговых платежей. Если в 2012 г. соотношение выплат по долгу к экспорту составляло 23,7%, а в 2014 г. - 30,1%, то в 2016 г. достигло 59,5% [31]. С октября 2017 г. по начало января 2018 г. правительство и нефтяная компания уже пропустили сроки ряда платежей, т.е. фактически допустили выборочный дефолт по 12 облигациям. Н. Мадуро заявил о необходимости начать переговоры о реорганизации долга. Первая встреча с держателями облигаций состоялась 15 ноября 2017 г. в Каракасе, но значимых результатов не принесла.

Просрочены и обязательства Венесуэлы перед Межамериканским банком развития (МАБР). 14 мая 2018 г. был превышен предел в 180 дней, в течение которых страна должна была выплатить проценты в объеме 88,3 млн. долл. по долгу перед банком, составляющему 2,0 млрд. долл. [32]. В связи с этим МАБР закрыл Венесуэле доступ к новым кредитам.

Таблица 1

Макроэкономические показатели Венесуэлы

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018*
Темпы прироста ВВП (%)	5,6	1,3	-3,9	-6,2	-16,5	-12,0	-15,0
ВВП на д/н, пост. ценах, в тыс. долл., ППС	18,0	18,0	17,9	15,8	13,0	11,3	10,5
Рост потребительских цен (%)	21,1	43,5	57,3	111,8	254,4	1087,5	13800
Курс боливара к доллару (на начало января)							
Центральный банк	4,3	4,3	6,3	6,3	6,3	10,0	10,0**
Параллельный рынок	10	19	76	175	833	3355	143275
Золотовалютные резервы (млрд. долл.)	29,89	21,48	22,08	16,37	10,99	9,77	...
Текущий счет платежного баланса (%) от ВВП	0,8	2,0	2,3	-6,6	-1,6	-0,4	-1,3
Производство нефти (млн. барр./сутки)	2,7	2,7	2,7	2,6	2,4	2,1	...
Средняя цена нефти для стран-членов ОПЕК (долл./барр.)	109,4	105,9	96,3	49,5	40,7	51,6	...
Первичный дефицит баланса госсектора (в % от ВВП)	-13,8	-10,0	-12,6	-16,0	-16,9	-18,0	-18,5
Безработица (в % от ЭАН)	6,8	9,2	11,2	13,3	20,6	26,4	29,8

*Прогноз ** 1 февраля 2018 г. курс в 10 бол./долл. был ликвидирован и заменен унитарным курсом (курс DICOM), значение которого определяется на аукционах.

Источник: IMF. World economic outlook. Wash., October 2016, October 2017; IMF. Regional Economic Outlook. Western Hemisphere. October 2015;

Balance Preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe 2017. N.Y., 2017;

Average annual OPEC crude oil price from 1960 to 2018 (in U.S. dollars per barrel); BP. Statistical Review of World Energy. London, 2017; FIXED EXCHANGE RATE CASE STUDY: - SP Moodle; \$Dolartoday. Noticias y Dolar paralelo; Available at: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2017/02/weodata/index.aspx>;

<https://www.imf.org/en/Publications/REO/WH/Issues/2017/01/07/Regional-Economic-Outlook-Western-Hemisphere7>;

http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4265119/S1701178_es.pdf;

<https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>;

<https://www.statista.com/statistics/262858/change-in-opec-crude-oil-prices-since-1960>;

https://www.tripadvisor.co.za/ShowTopic-g316061-i2025-k8051914-Currency_exchange-Margarita_Island_Coastal_Islands_Insular_Region.html;

<https://dolartoday.com>;

<http://www.docscrowbanks.com/ppt/salary-converter-country-to-country>

Состояние базовых отраслей

Об ошибочности экономического курса У.Чавеса и его преемника Н. Мадуро очень убедительно свидетельствует ситуация в нефтяной промышленности. Ее ресурсы использовались и в строительстве жилых домов и в производстве продовольствия и на поставки нефти на льготных условиях союзным с Венесуэлой странам. При этом компания PDVSA испытывала острый дефицит ресурсов для вложений в разведку и разработку нефтяных месторождений, в результате чего выпуск нефти неуклонно падал. За период 2012-2017 гг. выпуск сырой нефти компанией снизился с 2,7 до 2,1 млн барр./сутки [33]. Темпы разрушения отрасли растут благодаря действию, в частности, таких факторов, как санкции со стороны США, рост бремени внешних обязательств и уже допущенные дефолты по ним; решение арбитражного суда Международной торговой палаты, который обязал PDVSA выплатить СопосоPhillips 2 млрд. долл. компенсации за конфискованные в 2007 г. активы, в результате чего венесуэльская компания утратила доступ к ряду нефтяных терминалов в Карибском море; усиливающаяся борьба за сферы влияния в компании [34].

Серьезным негативным фактором стал уход из отрасли квалифицированных специалистов и их замена, преимущественно, военными, не обладающими опытом и квалификацией для работы в ней. Снижение численности профессионалов в отрасли происходит по ряду причин, в частности, в связи с их увольнением по политическим мотивам, или вследствие некомпетентных решений руководителей, считающих, что снижение производства — следствие саботажа и коррупции. Если же персонал

увольняется из-за значительного ухудшения условий труда в результате кризиса, то это, в свою очередь, ведет к новому его витку. Часто эти процессы происходят одновременно. Например, по оценке лидера профсоюза PDVSA Ивана Фрейтеса за период с начала января 2017 г. до конца января 2018 г. из компании уволились около 25 тыс. рабочих. Отток персонала ускорился в 2018 г., т.е. после назначения президентом страны Н. Мадуро новым министром нефтяной промышленности и главой PDVSA генерала Кеведо, сделавшего свою карьеру в Национальной гвардии, а затем занимавшим пост министра жилищного строительства. Вступив в новую должность, он арестовал несколько десятков руководителей компании по обвинению в саботаже и коррупции. Условия работы в компании ухудшились: буровые установки из-за нехватки персонала работают с перерывами, по той же причине сократили время погрузки и выгрузки экспортных терминалов, зарплаты работников снизились до нескольких долларов в месяц [35]. Массовая эмиграция нефтяников вследствие существенного ухудшения условий труда стала и результатом кризиса и причиной его дальнейшего обострения.

Рассмотренные неблагоприятные для производства факторы в значительной мере проявили себя и в таких базовых отраслях, как электроэнергетика и черная металлургия.

Нехватка электроэнергии является одной из проблем, которую практически ежедневно испытывают венесуэльцы. Только за период с января по 12 марта 2018 года в стране произошло около 2000 тыс. отключений электроэнергии [36].

Важной причиной отключений является то, что многие установки и оборудование ТЭЦ давно не проходили технического обслуживания и ремонта, многие из них подлежат модернизации. Другим серьезным фактором ухудшения ситуации в отрасли является эмиграция квалифицированных кадров из страны. За последние три года из Венесуэлы эмигрировали 15 тыс. специалистов — электроэнергетиков [37]. Уезжающих специалистов заменяют военные.

Сейчас спрос на электроэнергию растет, прежде всего, в связи с ростом населения, предложение же, скорее всего, будет падать, так как высота резервуара платины Гури снижается в связи с истощением энергетического потенциала реки Карони. В последние годы уровень воды неоднократно достигал отметок, представляющих серьезную опасность поломки генерирующего оборудования. В этих условиях необходимо снижать мощность ГЭС и компенсировать недостающую энергию за счет ТЭЦ. Но сейчас средств на ремонт и модернизацию бездействующих ТЭЦ у правительства нет.

Поэтому эксперты делают вывод о неизбежности нормирования предоставляемой электроэнергии [38].

В черной металлургии падение производства наблюдается с 2008 г., когда произошла её реновация [39]. О снижении эффективности работы металлургического комбината Sidor в 2008-

2012 г. свидетельствует снижение объема выплавки стали с 3,8 до 1,7 млн тонн при росте численности персонала с 10,7 до 15,7 тыс. человек. За этот период у компании сменилось 5 президентов, что было одним из факторов, препятствующих стабилизации ее производства. Виновным за падение производства был признан руководитель сбытового подразделения комбината. Его обвинили в коррупции и арестовали за связь с группой лиц, которая создала отдельный канал для поставок [40]. В мае 2013 г. президентом комбината был назначен генерал Хусто Ногера Пьетри. К этому времени предприятие было захвачено десятками военных, занявших средние и высшие посты в его руководстве. Ногера установил на нем казарменный порядок. Посты исполнительного вице-президента, руководителей аппарата президента и коммерческого управления заняли военные, ранее занимавшие высокие посты в вооруженных силах, но не имевшие опыта и квалификации, необходимых для руководства предприятием. С тех пор предприятием руководят военные. Последний период небольшого роста производства на нем датируется 2015 годом, когда его объем достиг 1,06 млн тонн [41]. В 2017 г. выпуск стали упал до 272 тыс. тонн [42]. В первой половине 2018 г. оно составило лишь 39 тыс. тонн [43].

Причиной упадка отрасли, в первую очередь, является плохая организация производства из-за ее милитаризации [44], когда ведущие посты в компаниях занимают военнотружущие и не компетентности ее руководства. Не прекращаются производственные конфликты, которые, с одной стороны, являются следствием кризисной ситуации, а, с другой, обостряют ее. Производство прерывается забастовками рабочих, пожарами и авариями на производственных установках [45]. Не выполняются планы инвестиций, в том числе в новое оборудование, старое оборудование не ремонтируется. Ощущается дефицит сырья и материалов, в том числе, железной руды в брикетах, запасных частей к оборудованию [46]. Несмотря на упадок производства численность работающих на комбинате с 2012 г. по 2016 г. увеличилась (в тыс. чел.) с 15,7 до 19,0 [47].

Частный национальный сектор

В условиях обнищания населения и сокращения импорта продовольствия критическое значение имеет состояние аграрно-промышленного комплекса. Его деградация связана, прежде всего, с просчетами, допущенными в ходе аграрной реформы, установлением низких фиксированных цен на его продукцию, с необоснованной конфискацией эффективных частных предприятий. Факторами, сдерживающими развитие сельского хозяйства, были также задержки в получении наделенными землей крестьянами правительственных кредитов, отсутствие электроэнергии, средств связи и других необходимых услуг, а также то, что земля предоставляется на временной основе и не может быть передана по наследству. Это стимулировало перепродажу земли и тормозило инвестирование в нее необходимых ресурсов.

Сейчас, когда производителям приходится выращивать урожай в условиях гиперинфляции и угрозы подвергнуться нападению мародеров на этапе доставки его на рынок, правительственные меры во многих случаях создают фермерам и крестьянам дополнительные препятствия. Так, губернаторы и мэры городов расположенных на равнине штатов Apure, Barinas, Guárico и Cojedes, нередко отдают распоряжения полиции задерживать грузы с продовольствием, транспортируемые в крупные города, например, в Каракас или Маракай, пытаясь найти какие-либо нарушения и конфисковать их, либо требуя реализовать часть продуктов по ценам не покрывающих издержки производства. Частным производителям стало гораздо труднее приобрести семена, химикаты, оборудование, так как вся распределительная сеть средств производства для села находится в руках военных.

В 2016 г. правительство объявило о реализации программы «Великая миссия: суверенная и безопасная поставка», осуществляемой под руководством министра обороны, который распорядился назначать ответственным за контроль над производством 18 приоритетных продуктов питания генерала или старшего офицера. Компания Agropatria, созданная после экспроприации испанского предприятия Agroisleña, с 2010 года централизует импорт и распределение ресурсов для фермеров, но они доступны очень немногим. Согласно многочисленным заявлениям производителей эти средства производства уходят, главным образом, в военную компанию Agrofánb, которая с 2016 г. контролирует в сельскохозяйственном бизнесе с частным сектором [48]. Эффективность работы Agropatria существенно ниже чем была у компании Agroisleña. Уже к 2012 г. ее оборотный капитал сократился на 400 млн долл., а в настоящее время она не в состоянии обеспечить даже 10% объема поставок и услуг в ее бытность частной компанией [49].

Вице-президент страны Тарек Эль Айссами заявил в 2018 г., ссылаясь на Н.Мадуро, что Венесуэла достигла самообеспеченности в таких продуктах, как кукуруза, рис, сахар, масличные, кофе, какао и соя; и, в связи с этим, перечисленные продукты импортироваться не будут. Реальная же ситуация по данным Федерации ассоциаций производителей сельскохозяйственной продукции Венесуэлы (Fedeaagro) совершенно иная. Для удовлетворения спроса, например, в кукурузе требуется засеять 3,6 млн га; в 2017 г. было засеяно менее 500 га, а в 2018 г. будет посажено еще меньше [50]. В действительности, по словам президента Fedeaagro Акилеса Хопкинса, в 2017 году национальным сельхозпроизводителям едва удалось произвести 25% от объема потребления продовольствия, в то время как пятнадцать лет назад венесуэльская деревня могла накормить 70% населения. Правительство, заявил он, «контролирует валюту, цены, монополизует весь канал распределения сельскохозяйственных ресурсов, владеет перерабатывающими предприятиями и экспроприировало землю, и страна каждый день производит меньше продовольствия». В другом своем выступлении Хопкинс

привел показатели падения производства отдельных культур в период с 2008 г. по 2017 г., в т.ч. кукурузы – 65%, риса – 68%, сорго – 95% [51]. Значения этих показателей тесно коррелируют со статистикой ФАО, в частности, в период с 2008 г по 2016 г. (за 2017 г. данных нет) снижение производства кукурузы составило 45%, а риса 75% [52].

Таким образом, решение правительства прекратить импорт многих упомянутых выше продуктов непосредственно ведет к росту их дефицита.

Представляет особый интерес и фармацевтическая промышленность, также производящая предметы первой необходимости. Снижение производства в ней составило 60% в 2014-17 гг. и 27-30% - в период с мая 2017 по май 2018 г. Президент ассоциации фармацевтической промышленности Тито Лопес указал среди главных причин падения производства на растущий дефицит валюты, необходимой для импорта, и на низкие фиксированные цены на ряд чувствительных лекарств. Падение национального производства в течение последних 5-6 лет происходило быстрее снижения импорта. Если в начале этого периода импорт покрывал 65% всего

предложения лекарств, то сейчас – 98% [53]. Установленные правительством низкие цены на некоторые лекарства, с одной стороны, дестимулируют производителей, а, с другой, порождают незаконную их перепродажу по более высоким ценам.

Совместные предприятия

После ухода из Венесуэлы ExxonMobil и ConocoPhillips в разведку и разработку венесуэльской тяжелой нефти включился ряд новых иностранных фирм, среди которых наибольшего прогресса добились компании России и Китая, о чем свидетельствуют данные таблицы. В целом же за 17 лет с 2000 г. по 2016 г. производство нефти совместными предприятиями увеличилось (в тыс. барр./сутки) с 200 до 900 [54]. Производство во всех других сегментах нефтяной отрасли снижается. За этот же период выпуск нефти на месторождениях, разработку которых ведет исключительно PDVSA, упал на две трети [55].

Таким образом, в период переживаемого нефтяной отраслью кризиса обновленный сектор совместных предприятий стал наиболее жизнеспособной ее частью.

Таблица 2

Производство нефти совместными предприятиями в нефтяном поясе Ориноко в 2017 г.
(тыс. барр./сутки)

Total	Chevron	Eni	Statoil	Repsol	Роснефть	CNPC *
32	56	18	10	5	168	171

*2015 г.

Источники: Ed Crooks. Foreign oil companies in Venezuela feel the strain. Financial Times 3.12.2017; T.W. O'Donnell. Russia Is Beating China to Venezuela's Oil Fields. Americas quarterly. N 1, 2016;

Однако по мере обострения кризиса и усиления санкций со стороны США совместные предприятия сталкиваются с нарастающими проблемами, с некоторыми из которых, например, со снижением импорта разбавителей, крайне необходимых для достижения тяжелой нефтью международных стандартов качества, иностранные компании, готовы временно смириться. Но есть и вопросы, по которым они не готовы пойти на компромисс. Они, видимо, не согласятся на передачу PDVSA своего права продавать произведенную ими нефть. О возможности такой постановки вопроса с венесуэльской стороны свидетельствует запрос, направленный венесуэльской компанией в октябре 2017 г. фирме Chevron (предприятие Petropar) на передачу ей около 45% нефти, которую американская компания предполагала экспортировать [56].

Иностранные предприятия

Проблемы, с которыми сталкивается в Венесуэле национальный частный бизнес, создают серьезные, часто непреодолимые трудности и присутствующим на местном рынке иностранным компаниям. По мере обострения кризисной ситуации им все чаще приходится сокращать масштабы своих операций или сворачивать их полностью и уходить из страны. Ее, в частности, уже покинули такие всемирно известные авиакомпании, как Alitalia, Lufthansa, Latam, Aeroméxico, Air Canadá и Gol. Компании Iberia, Air Europa, American Airlines и

Aerolíneas Argentinas сократили частоту рейсов и размеры самолетов, которые осуществляют полеты в страну. В июне 2017 г. компания United Airlines (США) и большинство других еще присутствующих в стране иностранных авиакомпаний, прекратили продавать билеты в Боливарианской Республике, а американская компания, кроме того, прекратила совершать рейсы по маршруту Хьюстон-Каракас. Основная причина возникших проблем – невыполнение правительством своих обязательств. Авиаоператоры продавали билеты за боливарианские, а венесуэльские власти своевременно не предоставляли валюту для обмена их в доллары. По данным Международной ассоциации воздушного транспорта (IATA) на конец 2016 г. правительство задолжало иностранным авиакомпаниям 3,8 млрд. долларов [57]. Серьезные трудности в работе авиаперевозчиков, также, как и всему иностранному и национальному бизнесу в Венесуэле создает высокая инфляция.

Испытываемый правительством дефицит иностранной валюты является основным камнем преткновения и в его взаимоотношениях с автомобильными ТНК. Как отмечалось в газете El País, «с падением цен на нефть и необходимостью удовлетворить требования кредиторов правительство Мадуро решило не предоставлять больше иностранной валюты частным компаниям и отложить выплаты по имеющимся у него обязательствам перед транснациональными компаниями, стремившимися конвертировать в доллары свои доходы в

местной валюте» [58]. В связи с проблемой валютного обмена, гиперинфляцией и другими неблагоприятными для бизнеса факторами производство автомобилей в стране сократилось в 2016 г. до 2849, в то время, как в 2006 г. оно достигло 171,7 тысяч. Их выпуск компанией Ford в 2006 г. составил 35,9 тыс., однако в 2018 г. предполагается произвести лишь 219. Основной проблемой спада производства, например, на заводе этой фирмы в Валенсии стала нехватка материалов, обеспечиваемых поставщиками. После закрытия в стране предприятия Axalta Coating Systems Venezuela, поставлявшего автомобильные покрытия, Ford Motor de Venezuela столкнулась с необходимостью импортировать их, что связано с проблемой валютного обмена [59]. В связи с непреодолимыми трудностями филиалы ряда автомобильных ТНК покинули страну, в том числе General Motors и FCA-Chrysler.

Возможности преодоления кризиса

Факторы и тенденции развития экономической ситуации, обозначившиеся в конце 2017 г. и на протяжении 2018 г., свидетельствуют о вступлении Венесуэлы в новую, более острую фазу кризиса. К факторам, вызывающим наибольшую озабоченность, относится прогрессирующее снижение производства нефти. С уровня (млн барр./сутки) в 2,4 в 2016 г. оно упало до 1,7 в декабре 2017 г. и 1,3 в августе 2018 г. [60]. Дальнейшему снижению ее выпуска теперь способствует утрата компанией PDVSA доступа к ряду терминалов в Карибском море, с которых экспортируется почти четверть венесуэльской нефти. Компании теперь приходится договариваться с партнерами о загрузке их танкеров непосредственно с венесуэльских аналогов, стоящих в море на якоре.

Новые проблемы возникли у правительства в связи с решением суда в США предоставить канадской золотодобывающей компании Crystallex право конфисковать активы PDVSA в этой стране на сумму в 1,4 млрд. долл. в качестве компенсации за её актив национализированный в Венесуэле [61]. Речь идет, в частности, о возможности конфискации части активов принадлежащего PDVSA в Техасе НПЗ Citgo, но может быть захвачен и танкер с нефтью. Кроме того, Венесуэла просрочила выплату обязательств перед держателями её облигаций на сумму в 5,7 млрд. долл. и растет угроза полного дефолта по ним. Кредиторы также могут обратиться в американские суды. Обозначенные выше негативные факторы свидетельствуют о тенденции к потере макроэкономической устойчивости и управляемости страной. Обострение вследствие этого дефицита предметов первой необходимости и гиперинфляция неизбежно приведут к новым виткам протестных выступлений.

Правительство отреагировало на возникшие угрозы деноминацией валюты и введением нового обменного курса боливара, близкого к курсу свободного рынка. Оно также отпустило цены на газ и бензин. При этом прежние субсидии будут сохранены только малообеспеченным венесуэльцам, имеющим предоставляемые правительством продовольственные карточки и зарегистрировавшие

свои транспортные средства в ходе их переписи, проводимой государством [62]. Новая минимальная заработная плата составит 30 долл., что означает 30-ти кратное ее увеличение. При этом венесуэльский боливар девальвируется в 24 раза. Таким образом рост минимальной оплаты труда обогнал показатель девальвации валюты, что скорее всего приведет к всплеску инфляции, при этом предприниматели будут стремиться сокращать персонал. Введенная в начале 2018 г. криптовалюта Petro пока не признана не одним государством, а власти США запретили операции с ней. Согласно заявлениям венесуэльских официальных лиц она обеспечивается баррелями еще не добытой нефти, список инвесторов в нее правительство не огласило, неизвестна и общая сумма купленных Petro. Все это не может не вызвать недоверие к ней. Таким образом, новые меры правительства в валютной сфере и значительное повышение минимальной заработной платы могут привести к дальнейшему росту дефицита на товары первой необходимости, новому витку инфляции и росту безработицы. Отпуск цен на бензин и газ приведет к массовому недовольству лиц, не имеющих карточек Родины и не успевших зарегистрировать свои автомобили. Еще более усилится эмиграция населения.

Тяжелая ситуация в стране подталкивает Н. Мадуро к действиям, которые идут заметно вразрез с длительно проводившимся в Венесуэле экономическим курсом. Наиболее радикальной из предпринятых президентом мер выглядит изданный в начале сентября декрет об ослаблении валютного контроля, разрешающий частным банкам и обменным пунктам продавать доллары, что ранее всегда было прерогативой Центрального банка (ЦБ). Экономист Асдрубал Оливерос из консультационной фирмы Esoanalitica в связи с новой мерой отметил, что валютный контроль ЦБ продолжает действовать, но стал более гибким [63]. К таким мерам относится также введение нового обменного курса боливара, близкого к курсу неофициального рынка, а также то, что Китаю, вопреки принятому в 2007 г. декрету У. Чавеса (имевшему силу закона и до сих пор не нарушавшемуся), предоставлено право иметь 49,9% акций (по декрету – не более 40%) в совместном с PDVSA нефтяном предприятии [64]. Большое значение имеет и признание Н. Мадуро в том, что правительство вызвало гиперинфляцию, эмитировав боливары для финансирования огромных бюджетных дефицитов [65].

Однако глубина венесуэльского кризиса такова, что даже для того, чтобы хотя бы приостановить тенденцию к дальнейшему обострению ситуации в стране необходима целая программа мер и нужны значительные вливания средств. Дружественные Венесуэле страны не смогут оказать ей адекватную помощь. По оценке Initiative for Policy Dialogue (при Колумбийском университете, США), приводимой изданием *Petroleum Economist*, Венесуэле потребуется около 7 лет и инвестиции в \$120 млрд, чтобы вернуть добычу нефти на уровень 3 млн барр./сутки. По оценке Initiative for Policy Dialogue (при Колумбийском университете, США),

приводимой изданием *Petroleum Economist*, Венесуэле потребуется около 7 лет и инвестиции в \$120 млрд, чтобы вернуть добычу нефти на уровень 3 млн барр./сутки [66].

Для урегулирования подобных ситуаций требуется, как известно, привлечение значительных внешних ресурсов, предоставляемых Международным валютным фондом. При этом стране-донору требуется согласиться на ряд жестких условий. Как представляется, Венесуэле придется предоставить гарантии отмены ряда правительственных декретов, касающихся контроля над ценами, издержками производства и прибылями частных предприятий, а также ликвидировать остатки контроля, существующего в валютной сфере. Кроме того, для преодоления гиперинфляции ей по-видимому придется согласиться на временную замену суверенного боливара на доллар. Условием снятия санкций США, с большой вероятностью, будет освобождение всех политических заключенных и согласие правительства на оказание Венесуэле гуманитарной помощи.

Для существующего правительства это будет нелегким решением. Если оно будет принято, восстановятся стимулы для эффективной работы крупных и средних частных предприятий, создадутся условия для возврата в страну капитала местных компаний и банков (всего, примерно, 160 млрд. долл.), для привлечения иностранного капитала, снятия экономических санкций со стороны США и формирования необходимых предпосылок для урегулирования внешних обязательств страны. В страну смогут вернуться миллионы эмигрантов, обладающих высокой квалификацией, навыками и опытом работы.

Заключение

Венесуэла переживает самый глубокий с 40-х годов XX века экономический кризис, причем ситуация продолжает неуклонно ухудшаться. Проведенный анализ подтверждает правильность вывода о том, что «модель развития страны, основанная на жестком контроле государства над экономикой и свертывании рыночных отношений, изжила себя» [67]. Необходимо демонтировать эту систему, восстановить стимулы для эффективной работы крупных и средних частных предприятий, что создаст условия и для возврата в страну капитала местных компаний и банков (всего, примерно, 160 млрд. долл.), для привлечения иностранных инвестиций, и начала переговоров с МВФ, который оценивает затраты на восстановления экономики в более, чем 88 млрд. долларов [68]. В страну смогут вернуться миллионы эмигрантов, обладающих высокой квалификацией, навыками и опытом работы. Это наряду с выполнением ряда политических условий может способствовать снятию экономических санкций со стороны США и формированию необходимых предпосылок для урегулирования внешних обязательств страны. Полезным инструментом по выводу страны из кризиса может стать долларизация. Эффективность этого инструмента подавления инфляции основана, в частности, на том, что правительство лишается возможности эмиссии не-

обеспеченных денежных знаков, чем как раз злоупотребляет администрация Н. Мадуро. Опыт другого нефтеэкспортирующего государства, Эквадора, свидетельствует о том, что, заменив ослабевшую местную валюту на доллар, можно победить инфляцию и стабилизировать экономику страны в целом [69] [70][71].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. В. Семенов. Венесуэла в новом веке: итоги и перспективы. Мировая экономика и международные отношения. 2014, № 5.
2. CEPAL. Balance preliminar de las economías de América Latina y el Caribe. Nueva York., Enero de 2013. Available at: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/988/S1201014_es.pdf?sequence=42&isAllowed=y
3. Banco central de Venezuela. Informes a la Asamblea Nacional. 2012 Available at: <http://www.bcv.org.ve/Upload/Publicaciones/informeasamblea2012.pdf>
4. Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2017: la dinámica del ciclo económico actual y los desafíos de política para dinamizar la inversión y el crecimiento Available at: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42001/4/EEE2017_Venezuela_es.pdf
5. Подсчитано по: Banco central de Venezuela. Indicadores. Available at: <http://www.bcv.org.ve/c2/indicadores.asp>
6. Ewald Sharfenberg, Miguel Jiménez. Venezuela devalúa el bolívar casi un 32% pese a la ausencia de Chávez. El País. Madrid. 8.02.2013. Available at: https://elpais.com/economia/2013/02/08/actualidad/1360355263_744345.html
7. Rafael Ramires. Ya tenemos en agenda un nuevo sistema cambiario. Versión final. Maracaibo. 7.08.2014 Available at: <https://issuu.com/versionfinal/docs/d2094>
8. U.S. Securities and Exchange Commission. Venezuelan operations. Available at: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1328655/000156459015010558/R20.htm>
9. Victor L. Seménov. VENEZUELA: CONFLICTO DEL “PROYECTO BOLIVARIANO”. Iberoamérica, № 1, 2017
10. U.S. Securities and Exchange Commission. Op.cit.
11. Foreign exchange system overhaul. Focus economics. 12.02.18 Available at: <https://focus-economics.com/country-indicator/venezuela/exchange-rate>
12. Maduro dice que a gremios de empresarios privados les llegará su hora. EFE. 7.02.2014. Available at: <https://www.critica.com.pa/mundo/maduro-dice-que-gremios-de-empresarios-privados-les-llegara-su-hora-315890>
13. Подсчитано по данным International Trade Centre. Available at: <http://www.intacen.org/itc/market-info-tools/trade-statistics>
14. Ana Marcos, Alfredo Meza. Cerca de 150.000 venezolanos cruzan en dos días la frontera a Colombia

en busca de alimentos. El País. 17.07.2016 Available at:

https://internacional.elpais.com/internacional/2016/07/17/colombia/1468771090_078717.html

15. Juan Forero. Venezuela's Misery Fuels Migration on Epic Scale. Wall street journal. 13.02.2018. Available at: <https://www.wsj.com/articles/venezuelas-misery-fuels-migration-on-epic-scale-1518517800?mod=searchresults&page=1&pos=6>

16. Inés Santaaulalia. La lucha ahora es lograr que las democracias aíslen al régimen de Maduro. El País. Madrid.04.05.2018 Available at: https://elpais.com/internacional/2018/04/05/actualidad/1522943920_292697.html

17. ivenezuela.travel. Available at: <http://www.ivenezuela.travel/precio-del-dolar-y-tipo-de-cambio-en-venezuela/>; <https://dolartoday.com/>

18. Foreign exchange system overhauled. FocusEconmcs.12.02.18. Available at: <https://fucus-economics.com/country-indicator/venezuela/exchange-rate>

19. Venezuela Exchange Rate. Focus economics.11.06.2018. Available at: <https://www.focus-economics.com/country-indicator/venezuela/exchange-rate>

20. Alexandra Ulmer, Corina Pons. Maduro orders 96 percent devaluation in hyperinflation-stricken Venezuela. Reuters, 18.08.2018 Available at: <https://www.reuters.com/article/us-venezuela-currency/maduro-orders-96-percent-devaluation-in-hyperinflation-stricken-venezuela-idUSKBN1L22EZ>

21. Banco Central de Venezuela. Available at: <http://www.bcv.org.ve/billetes-y-monedas/bolivar-soberano>

22. IMF. World economic outlook. October 2016. Available at: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/02/pdf/c1.pdf>

23. Venezuela: a nation in a state. The Economist. London, 18.02.2016. Available at: <http://www.economist.com/blogs/graphicdetail/2016/02/graphics-political-and-economic-guide-venezuela>

24. How Venezuela tests Latin America's commitment to democracy. The Economist. London, 1.03.2018 Available at: <https://www.economist.com/the-america/2018/03/01/how-venezuela-tests-latin-americas-commitment-to-democracy>

25. Подсчитано по данным газеты El Universal. 03.11.2017. Available at: http://www.eluniversal.com/noticias/economia/salario-minimo-incremento-337-2017_676373

26. IMF. World economic outlook. October 2017. Available at: <http://www.imf.org/en/publications/weo/issues/2017/09/19/world-economic-outlook-october-2017>

27. Alexandra Ulmer, Corina Pons. Venezuela raises minimum wage 40%, stoking world's fastest inflation. Reuters.31.12.2-18 Available at: <https://www.reuters.com/article/us-venezuela-economy/venezuela-raises-minimum-wage-40-percent-stoking-worlds-fastest-inflation-idUSKBN1EP0K3>

28. IMF. World economic outlook. Wash., October 2016, October 2017, April 2018; IMF.Regional

Economic Outlook. Western Hemisphere. October 2015

29. CEPAL. Estudio Económico de América Latina 2017. Available at: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42001/159/S1700700_es.pdf

30. Venezuelan oil company PDVSA's bonds hit by EMTA market move. Reuters. 12.02.2018 Available at: <https://www.reuters.com/article/us-venezuela-pdvsa-bonds/venezuelan-oil-company-pdvsas-bonds-hit-by-empa-market-move-idUSKBN1FW1B2>

31. The World Bank. 2018 International debt statistics. Available at: <http://datatopics.worldbank.org/debt/ids/country/VEN>

32. El BID suspende de manera inmediata préstamos a Venezuela por atrasos. EFE. 23.05.2018. Available at: <https://www.efe.com/efe/america/economia/el-bid-suspende-de-manera-inmediata-los-prestamos-a-venezuela-por-atrasos/20000011-3625212>

33. British Petroleum. Statistical Review of World Energy 2018. Available at: <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>

34. Spencer Jakab. Venezuela's Oil Meltdown Is Getting Worse. Wall Street Journal. New York. 13.05.2018 Available at: <https://www.wsj.com/articles/venezuelas-oil-meltdown-is-getting-worse-1526220000>

35. Deizy Buitrago, Alehandra Ulmer. Under military rule, Venezuela oil workers quit in a stampede. Reuters, 17.04.2018 Available at: <https://www.reuters.com/article/us-venezuela-oil-venezuela-oil-workers-quit-in-a-stampede-idUSKBN1H00H9>

36. Sabrina Martín. Venezuela sin luz: sistema eléctrico retrocedió 20 años. PANAM POST. 13.03.2018. Available at: <https://es.panampost.com/sabrina-martin/2018/03/13/venezuela-sistema-electrico/?cn-reloaded=1>

37. Ibidem

38. Víctor Amaya. Víctor Poleo: Caracas tiene luz porque en las regiones hay apagones. TalCual. 26.12.2017 Available at: <http://talcualdigital.com/index.php/2016/04/05/victor-poleo-caracas-tiene-luz-porque-en-las-regiones-hay-apagones/>

39. Уго Чавес решил национализировать комбинат Сидор из-за длительного производственного конфликта, который парализовал его деятельность в течение 15 месяцев. Выпуск стали в 2007-2008 гг. снизился 4,3 до 3,8 млн тонн.

40. Clavel Rangel. Sidor: De la primera colada de de acero al cuartel militar. El Nacional. 17.07.2013

41. Venezuela steelmaker Sidor has been halted for weeks: union leader. Reuters. 6.04.2016 Available at: <https://www.reuters.com/article/us-venezuela-steel-idUSKCN0X32D>

42. María Ramírez Cabello. Debacle de Sidor anula avances del proceso siderúrgico en Venezuela. Correo del Caroní. 29.12.2017. Available at: <http://www.correodelcaroni.com/index.php/economia/item/61567-debacle-de-sidor-anula-avances-del-proceso-siderurgico-en-venezuela>

43. María Ramires Cabello. Sidor operó a 2% de su capacidad instalada. Correo del Caroní. 10.07.2018 Available at: <http://www.correodelcaroni.com/index.php/economia/item/64939-sidor-opero-a-2-de-su-capacidad-instalada-en-el-primer-semester-del-ano>
44. Под этим термином в данном случае понимается растущее число руководящих постов в отрасли, занимаемых воннослужащими.
45. Крупный пожар в июне 2017 г. не был своевременно потушен из-за отсутствия огнетушителей.
46. Ana Díaz. Producción de acero cayó de 4,3 millones de toneladas a 260000. El Nacional. 10.07.2017.
47. Producción de Sidor entre 1996 y 2016 cayó 86%. Analítica. 22.05.2017. Available at: <http://www.analitica.com/economia/produccion-de-sidor-cayo-86-entre-1996-y-2016/>
48. Florantonia Singer. El calvario de sembrar en Venezuela. El País. 8.03.2018 Available at: https://elpais.com/internacional/2018/03/28/america/1522260245_415298.html
49. Aurelio Concheso. La agricultura venezolana en terapia intensiva. Panam Post. 19.02.2018 Available at: <https://es.panampost.com/aurelio-concheso/2018/02/19/agricultura-venezolana/?cn-reloaded=1>
50. Ibidem.
51. Juan B. Salas. Fedegro: Sector agrícola venezolano registra caída sostenida en los últimos 11 años. El Impulso. 30.05.2018 Available at: <http://www.elimpulso.com/noticias/economia/fedeagro-sector-agricola-venezolano-registra-caida-sostenida-en-los-ultimos-11-anos>
52. Подсчитано по: FAO. FAOSTAT Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
53. Ingrid Navarro. Reportan caída de 60% en industria farmacéutica. El Universal. 16.06.2018 Available at: <http://www.eluniversal.com/economia/12489/reportan-caida-de-60-industria-farmaceutica>
54. Ed Crooks. Foreign oil companies in Venezuela feel the strain. Financial Times 3.12.2017 Available at: <https://www.ft.com/content/3264b33e-d680-11e7-a303-9060cb1e5f44>
55. Francisco Monaldi. Después del colapso: ¿Cómo revitalizar la industria petrolera venezolana? Prodavinci. 26.11.2017 Available at: <https://prodavinci.com/despues-del-colapso-como-revitalizar-la-industria-petrolera-venezolana>
56. Ed Crooks. Op.cit.
57. Alfredo Meza. General Motors y United Airlines abandonan Venezuela. El País. 4.06.2017. Available at: https://elpais.com/internacional/2017/06/04/actualidad/1496551916_030471.html
58. Ibidem
59. Leomara Cárdenas. Ford Motor de Venezuela dejará de ensamblar cuatro modelos. Crónica uno. 13.07.2018 Available at: <http://cronica.uno/ford-motor-de-venezuela-dejara-ensamblar-cuatro-modelos/>
60. Gideon Long, John Paul Rathbone. Venezuela creditors eye oil assets in battle over unpaid debt. Financial Times. 16.08.2018. Available at: <https://www.ft.com/content/df04f4ea-a034-11e8-85da-eeb7a9ce36e4>
61. Ibidem.
62. Venezuela gasoline prices should rise to international levels: Maduro. Reuters. 14.08.2018 Available at: <https://www.reuters.com/article/us-venezuela-pdvsa-crystallex-court-win-win-against-venezuela-aided-by-finding-on-pdvsa-u-s-court-idUSKBN1KV1ZM>
63. Venezuela announces easing of currency controls, economists skeptical. Reuters. 8.09.2018 Available at: <https://www.reuters.com/article/us-venezuela-economy/venezuela-announces-easing-of-currency-controls-economists-skeptical-idUSKCN1LO0RX>
64. Venezuela sold 9,9% of joint venture to China oil firm: Maduro. Reuters. 18.09.2018. Available at: <https://www.reuters.com/article/us-venezuela-china/venezuela-sold-9-9-percent-of-joint-venture-to-china-oil-firm-maduro-idUSKCN1LY2N>
65. Nicolás Maduro tries to rescue Venezuela's economy. The Economist. 23.08.2018 Available at: <https://www.economist.com/the-america-cas/2018/08/23/nicolas-maduro-tries-to-rescue-venezuelas-economy>
66. Elections a new rupture point in Venezuela crisis. Petroleum economist. 16.04.2018 Available at: <http://www.petroleum-economist.com/articles/politics-economics/south-central-america/2018/elections-a-new-rupture-point-in-venezuela-crisis>
67. Victor L.Semenov. Conflicto del «Proyecto Bolivariano». Iberoamérica. № 1, p.49.
68. John Paul Rathbone and Shawn Donnan. IMF crunches the numbers for possible Venezuela rescue. John Paul Rathbone and Shawn Donnan. Financial Times. 16.10.2017 Available at: <https://www.ft.com/content/3908e5c0-b19b-11e7-a398-73d59db9e399>
69. В 1999 г. уровень потребительской инфляции в Эквадоре достиг 60,7%, а темп прироста ВВП составил -6,7%. В 2000 г. страна отказалась от сукре и полностью перешла на доллар, в результате чего к 2002 г. рост потребительских цен снизился до 9,3%, а темп прироста ВВП достиг 3,4%. [70] В 2017 г. инфляция в стране составила -0,1%, а темп прироста ВВП – 1,0% [71].
70. Steve H.Hanke. Money and the Rule of Law in Ecuador. Policy Reform. September 2003. Vol.3, pp.131-145. Available at: www.hacer.org/pdf/Hanke00.pdf
71. CEPAL. Balance Preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe 2017 https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42651/76/BPE2017_Ecuador_es.pdf

PSYCHOLOGICAL SCIENCES

THE ROLE OF COMMUNICATION IN THE THERAPEUTIC PROCESS FROM THE POINT OF VIEW OF PATIENTS

Trendafilova A.

Doctor of Social Medicine and Organization of Healthcare and Pharmacy, Senior Assistant of the Department of Medical Pedagogy, Faculty of Public Health, Medical University - Sofia

РОЛЬ КОММУНИКАЦИИ В ТЕРАПЕВТИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ

Трендафилова А.Т.

доктор социальной медицины и организации здравоохранения и фармации, старший ассистент кафедры медицинской педагогики, Факультет общественного здравоохранения, Медицинский университет - София

Abstract

The article presents and analyzes the views of patients using the Bulgarian health care system about the importance of communication between them and medical specialists. Experimental method - telephone interview. To participate in this telephone interview, out of 100 patients selected for treatment in the cardiology departments of the UMBAL hospitals Alexandrovsk, UMBAL Sv. Catherine "and the Military Academy, Telephone interviews are conducted by highly qualified interviewers. The results of the present study of patient satisfaction with the received medical care show that they need a new style of communication with medical workers, a new attitude to suffering in the disease, to emotional experiences / anxiety, doubts, expectations and support [4]. The article consists of an introduction, objectives and results of scientific research, research methodology, discussion related to the analysis of the results and conclusion.

Аннотация

В статье представлены и проанализированы взгляды пациентов, пользующиеся болгарской системой здравоохранения, о важности связи между ними и медицинскими специалистами. Экспериментальный метод - интервью по телефону. Для участия в настоящем телефонном интервью выбран из 100 пациентов приняты для лечения в кардиологических отделах больницы УМБАЛ „Александровска“, УМБАЛ „Св. Екатерина“ и Военная Академия, Телефонные интервью проводятся высококвалифицированными интервьюерами. Результаты настоящего исследования удовлетворенности пациентов полученной медицинской помощью показывают, что они нуждаются в новом стиле общения с медицинскими работниками, в новом отношении к страданиям в болезни, к эмоциональным переживаниям / тревога, сомнения, ожидания и поддержка [4]. Статья состоит из введения, целей и результатов научных исследований, методологии проведения исследований, дискуссии, связанной с анализом полученных результатов и заключения.

Keywords: communication, medical professionals, patients, therapeutic process.

Ключовые слова: общение, медицинские работники, пациенты, терапевтический процесс.

Введение. Целью исследования этой статьи является обследование больных пользующиеся болгарской системой здравоохранения, о важности связи между ними и медицинскими специалистами. У настоящего исследование следующие цели: использование телефонного интервью с целью получения действительной первичной информации, анализ данных из исследования, теоретическое обоснование полученных результатов и прогноз результатов по вопросу о возможности создания комплексной системы для подготовки медицинских специалистов. Основные результаты, полученные на основе исследовании, позволяют формирование базовых рамок, которые следует использовать в

формировании системы для проведения подготовки медицинских специалистов. Интервью по телефону является относительно «молодой» метод сбора первичной информации. В практике ведущих компаний в области системы здравоохранения страны используется неоднократно. В исследованиях в области медицинской социологии часто используется учеными Р. Мертън, Г. Бекер, И. Гофман, Т. Шеф.

3. Результаты обследования. Телефонное интервью, связанное с мнением по вопросу о влиянии коммуникации на процесс восстановления был проведен среди мужчин и женщин разных возрастов. Это представлено в таблице 1.

Пол	18-30	31-45	46-60	61-75	за 75
мужчины	25%	15%	13%	22%	25%
женщины	18%	20%	20%	20%	22%

Существенное значение для телефонного интервью имеет основной функциональный признак,

который вызывает интерес исследователей получить необходимую информацию.

В частности исследование мнений респондентов на общение с медицинскими специалистами таким критерием является частота посещаемости медицинских учреждений. Эта частота ограничена одним календарным годом и имеют следующие характеристики:

- от 1 до 3 раза медицинские учреждения посещали 25%;
- от 4 до 6 раз - 35%;
- от 7 до 10 раз - 26%;
- более чем в 10 раз - 14%.

На основе данных на возраст и пол пациента, а также и на число посещений медицинских отделений, может определить степень достоверности полученной информации.

Таблица 2. Процентное разпределение ответов респондентов.

Основное направление вопросов	Решительно несогласен	Несогласен	Это трудно для меня	Согласен	Вполне согласен
1. Является ли связь между медицинскими специалистами и пациентами важной для процесса лечения?	3%	5%	30%	30%	32%
2. Существующий уровень коммуникации медиков и пациентов не отвечает требованиям современной медицинской практики	2%	16%	30%	22%	30%
3. Дополнительная подготовка медицинских специалистов в области общения с пациентами, улучшит состояние этого общения и его результаты	3%	20%	25%	25%	27%
4. Повышение уровня общения между пациентами и медицинскими специалистами приведет к более высокому уровню осведомленности, которая в конечном итоге будет иметь положительное влияние на лечение	4%	6%	15%	45%	30%
5. Коммуникативные навыки медицинских специалистов являются внутреннеприсущим фактором, оказывающий положительное влияние на устранение боли и страдания больных	5%	10%	15%	30%	40%
6. Улучшение общения между медицинскими специалистами и пациентами оказывает положительное воздействие не только в рамках конкретных случаев при помощи пациентам, но и благоприятно отразится на медицинских услугах в целом	10%	20%	30%	20%	20%

Обсуждение результатов исследования.

На основании данных, указанных в таблице 2, можно сделать определенные выводы о мнении пациентов на связь между медицинскими работниками и пациентами в течении лечения в медицинских учреждениях (больницах). На первом месте выделяется мнение, что общение является важным элементом процесса лечения не только с точки зрения обмена информацией, включая разъяснения о состоянии пациента, а также и четкое понимание смысла и характер лечения [1].

Общение (в отличие от коммуникации) предполагает существование чувства поддержки со стороны пациентов [2]. Это можно ясно понять в процессе телефонного интервью, с целью использования респондентами специфических средств выражения, подчеркивая не только информативный характер общения.

Это особенно важное значение связи между медицинскими работниками и пациентами прояв-

После анализа степени достоверности можно увидеть и фактическое содержимое по мнению респондентов, с точки зрения их ответы. Эти ответы являются основным источником информации, которой заинтересованы исследователи, она нуждается в дополнительной интерпретации, потому что без нее она не может ответить на конкретные цели исследования.

Первичная информация, которая была собрана в результате телефонного интервью, резюме приводится в таблице 2. Она ссылается на проценты респондентов, которые выразили определенное мнение.

яется в двух областях - это степень функциональности в процессе коммуникации и оказания помощи в преодолении боли и страданий больных [4].

В процессе общения пациенты получают информацию, которую они понимают, но часто (под влиянием факторов стресса) не обдумывают. А именно наличие чувства смысла играет важную роль в планировании действий и формировании ожиданий больных [3].

Общение также позволяет создание «условной структуры», связанной с проведением конкретной формы лечения [5].

Преодоление боли и страдания, является сложным как соматическим так и чисто психологическим процессом [6]. В ряде случаев боль и страдание больных вызваны психосоматическими факторами.

Именно в этом случае, общение является том механизмом, через который информированность медицинского специалиста (а именно он проводит длительное время с пациентом) может ощущаться

пациентом. Он понимает, что не оставлен наедине со своими проблемами, которые в свою очередь если не будут вполне ограничены, то медицинский работник сделает их значительно легче даже и в чисто психологическом аспекте.

Вторым важным выводом из исследования является то, что моментальный снимок связи между медицинскими работниками и пациентами не отвечает на потребности, которые обе стороны в общении имеют.

Хотя полная оценка категории общения как вряд ли можно быть получена (как это во многом зависит от личности тех, кто участвует), но согласно оценке и пациентов и медицинских работников, общение имеет фрагментарный и неполный характер, не позволяя достижения ожидаемого эффекта обеих сторон [7]. Причины этого являются как объективными (нехватка времени для общения медицинских специалистов) и субъективные, определяющиеся различиями взглядов и ожиданий участвующих в процессе коммуникации.

Основной причиной отсутствия удовлетворения в процессе общения является то, что медицинские работники не проходят современных учебных курсов по вопросам коммуникации и в их практической деятельности вынуждены использовать «жизненный опыт». Это приводит к возникновению ненужного давления в процессе общения и препятствует осуществлению стандартных процедур с учетом индивидуальных особенностей каждого из пациентов [9].

Как из предыдущих выводов, так и из данных исследования видно, что в отличие от предыдущих исследований по отношению к роли коммуникации в терапевтическом процессе и исцелении впервые устанавливается необходимость проведения специализированного обучения, которое затрагивало бы общих вопросов процесса коммуникации и те его аспекты, которые применялись бы в практике медицинских специалистов.

Больные отмечают в своих ответах на вопросы интервью по телефону, что в проведении такой подготовки эффективность общения значительно увеличится. В процессе обучения должна найти место стандартизация процесса коммуникации, в то время как медицинские работники должны уметь воспринимать пациентов, независимо от того, насколько они импонируют им как личности или как представители их собственной социальной группы. В отличие от практики общественного здравоохранения в ряде стран, в практике системы здравоохранения в Болгарии есть различные мнения относительно того, каким должно быть место общения для медицинских работников и пациентов.

Поддерживается точка зрения, что проблема общения медработников и пациентов не должна занимать главное место в подготовке. Согласно этим взглядам внимание следует сосредоточить на медицинских аспектах подготовки медицинских специалистов, а также на подготовку в области соблюдения дисциплины и соблюдение требований протокола для алгоритма их деятельности. В

подтверждении указывается, на то, что в предыдущие периоды не проводилась такая подготовка и несмотря на это медицинские специалисты однако реализовали свою профессиональную деятельность.

Настоящее исследование, а также мнение другой значительной группы экспертов обращают внимание на важное значение коммуникации и, в частности, связь между медицинскими работниками и пациентами. Этот тип связи не отличается от обычной и предполагается, что молодые кадры не могут освоить привычек этого вида связи, без наличия давней практики. Вместе с тем существует целый ряд практических исследований, пример которого упоминается в этой статье, что указывает, что результаты как в работе медицинского специалиста, так и в контексте системы здравоохранения в целом.

Вывод исследования, о котором говорится в этой статье, дает возможность направить взгляд не с позиции управления медицинских услуг и не от должности врачей или медицинских специалистов. Вклад этого исследования является то, что оно обращает внимание на мнение пациентов, которое является по существу наиболее важным для функционирования системы здравоохранения и единственное, что можно реально оценить здравоохранение. Так простой вывод, который вытекает из исследования, по-видимому подтверждает, что группа исследователей, кто считает, что связь между медицинскими работниками и пациентами является автономным и важным фактором для прогресса и скорость процесса здравоохранения. В свою очередь, этот процесс позволит более рационального использования ресурсов больничного сектора, который в конечном итоге в интересах пациентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Балканска, П., Приложна психология, Булвест 2000, София, 2013.с.24-26
2. Балканска, П., Коммуникативната компетентност – необходимо социално умение на мениджъра, Здравен мениджмънт, т. 3, 2/2003 г.с. 11.
3. Воденичаров, Ц., С. Попова, Медицинска етика, ДАК, 2003.
4. Воденичаров, Ц., Десетте принципа на медика и мениджъра, С.,СИМЕЛПРЕС, 2010.
5. Воденичаров, Ц., М. Митова, С. Младенова, Медицинска педагогика, София, изд."Артик 2001", 2008. ISBN 978-954-9365-24-5.с.30.
6. Akin-Little Angeleque, G. Little Steven. Behavioral Interventions in Schools: Evidence-Based Positive Strategies. American Psychological Association, 2009.
7. Alves C.J.S., Pardalos P.M., Vicente L.N. Optimization in MedicineN.-Y.: Springer, 2008.
8. Brown, H., Prescott R. Applied Mixed Models in Medicine 2nd ed. Wiley, 2006.
9. Cain, S. Quiet. The power of introverts in a world that can't stop talking. Publishing Group, a division of Random House, Inc., New York. 2012.

SOCIAL SCIENCES**ABOUT ANALOGUES OF PHYSICAL LAWS IN SOCIODYNAMICS****Petrov I.**

Doctor of Physico-Mathematical Sciences, professor, corresponding member of RAS, Dolgoprudny, Moscow region, Dolgoprudnyy, Moscow Institute of physics and technology, head of the Department of Informatics and computational mathematics

ОБ АНАЛОГАХ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ В СОЦИОДИНАМИКЕ**Петров И.Б.**

д-р физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН, 141701, Московская область, г. Долгопрудный, Московский физико-технический институт (государственный университет), заведующий кафедрой информатики и вычислительной математики

Abstract

The article is devoted to the possibility of analogies between physical processes that are well-formalized mathematically, and social processes, whose mathematical description is yet to come. However, the laws of behavior of society exist, and therefore possible and their mathematical description, for which it is proposed to use the rich experience of mathematical modeling in mechanics and physics. The development of the society is also subject to certain laws, as physical objects, although, of course, has its own characteristics, complicating its mathematical formalization. Of course, the article has an ideological character, the author proposes to discuss this problem together with specialists in various fields of the Humanities: history, politics, Ethnography, demography, Economics. The problem of mathematical description of the dynamic behavior of the society for many years wondered how experts-sociologists, economists, historians, and experts in the field of mathematical modeling. Notable progress has been observed in close to the subject area — Economics, financial mathematics, without which it is difficult to imagine the dynamics of society. However, no mathematical description of the social development, these disciplines are unable to fully describe the economic component of companies. Of course, the description of its dynamic development is a challenge, but if you examine the history associated with it economy as well as culture, science, religion of different communities and analyze what is happening in the XX, XXI century events, it is possible to understand that society is not developing in a chaotic way, in its development is clearly visible certain patterns, among which a significant place is occupied by economic, geopolitical, religious, ethno-cultural interests.

Аннотация

Статья посвящена исследованию возможности проведения аналогий между физическими процессами, которые, как известно, хорошо математически формализуются, и процессами социальными, математическое описание которых еще впереди. Тем не менее, законы поведения социума существует, а, следовательно, представляется возможным и их математическое описание, для чего предлагается использовать богатый опыт математического моделирование в механике и физике. Развитие общества также подчиняется определенным законам, как и физические объекты, хотя, разумеется, имеет свои особенности, затрудняющие его математическую формализацию. Разумеется, статья имеет идейный характер, автор предлагает обсудить эту проблему совместно со специалистами в различных областях гуманитарных наук: истории, политики, этнографии, демографии, экономики. Проблема возможности математического описания динамического поведения общества (социума) многие годы интересовала как специалистов-социологов, экономистов, историков, так и специалистов в области математического моделирования [1; 2; 3; 4; 5; 6]. Заметное продвижение наблюдается в близкой этой теме области — экономике, финансовой математике, без чего трудно представить динамику социума. Однако и без математического описания социального развития, эти науки также не могут полноценно описывать экономическую компоненту общества. Разумеется, описание его динамического развития задача непростая, но, если внимательно изучить историю, связанную с ней экономику, а также культуру, науку, религию разных сообществ, а также проанализировать происходящие в XX, XXI веках события, то можно понять, что общество развивается далеко не хаотически, в его развитии явно видны определенные закономерности, среди которых существенные места занимают экономические, геополитические, религиозные, этно-культурные интересы.

Keywords: Mathematical modeling of social processes, the analogues of physical laws, invariants, information components, conservation laws.

Ключевые слова: Математическое моделирование социальных процессов, аналоги физических законов, инварианты, информационные компоненты, законы сохранения.

История — также строгая наука, как и физика, но несравненно более трудная, закономерности

которой мы пока еще плохо понимаем, а случайностями называется явления, суть которых еще не можем понять

Для того чтобы понять, как можно попытаться подойти к математической формализации социальных процессов, логично обратиться к огромному опыту математического моделирования в естественных науках, которое в какой-то степени, появилось еще в античной Греции (закон Архимеда), но описание сложных механических процессов стало возможным после появления ньютоновской динамики материальной точки, лапласовой небесной механики, системы дифференциальных уравнений в частных производных Лагранжа – Эйлера механики сплошных сред (МСС). Последняя теория могла уже описывать поведение достаточно плотной сплошной среды, состоящей из многих частиц (например, молекул). Описание поведения разреженных сред (воздуха, плазмы) в дальнейшем было предложено в работах Бёрда и Власова; описание поведения элементарных частиц – в работах Шредингера (эти уравнения можно найти, например, в работах [7; 8; 9]). Использование подходов имитационного моделирования были предложены в работе [10]. Дальнейшее развитие математического моделирования было связано с системами, также дифференциальных уравнений в частных производных, Максвелла [8], описывающих поведение электромагнитных полей (отметим, что эти поля влияют друг на друга), Эйнштейна, описывающих поведение гравитационных масс, созданием квантовой механики [9].

Поведение одного или нескольких человек, разумеется, может оказаться вероятностным, поскольку свобода выбора остается за ним; однако и в этом случае можно найти определенные закономерности его поведения – об этом будет сказано далее. Для больших социальных сообществ законы их динамики могут быть аналогичны динамике большого количества частиц. И дело не в том, что человеческая масса становится бездумной, а в том, что психология большого количества людей совсем не похожа на психологию одного человека. Эти человеческие эмоции в большой массе людей могут подавляться, оставаться незамеченными, или, напротив, усиливаться вплоть до социальных катастроф. И человек, попавший в этот поток, после выхода из него, не всегда способен объяснить свое поведение в нем.

Важно отметить, что в законах классической механики, системах уравнений механики сплошных сред и электродинамики присутствуют инварианты – законы сохранения (массы, энергии, импульса). Существуют ли инварианты в законах развития социума? Разумеется, существуют. Общество получает энергию – от Солнца, от Земли, гидроэнергию, атомную энергию и т.д. Каждый человек получает энергию и волен ей распоряжаться. Т.е. это закон (закон сохранения энергии) остается

справедливым и для социума. Справедлив и закон сохранения массы, если учесть все демографические процессы. Существует и понятие социальной инерции (закон сохранения количества движения можно трактовать как закон сохранения инерции), однако, его формализация представляется более проблемной. Поэтому имеет смысл рассмотреть эти инварианты, в первую очередь закон сохранения энергии, а также другие законы механики и физики для проведения аналогий с поведением больших социальных структур с целью изучения возможности описания их поведения, объяснения исторических и политических процессов, а также предсказания поведения общества во времени. Эта тема и является центральной в данной статье.

Например, если ввести понятие температуры социума, то она, при определенных условиях, растет вместе с ростом внутренней энергии социума и может превратиться в быстро растущую функцию при выполнении определенных критериев. В сущности — это взрыв, способный воплотиться в виде революций, гражданских войн, народных смут, а в дальнейшем, – и фазовых переходов (смена экономических укладов, политических укладов и пр.). Последствия таких социальных взрывов, как правило, очень тяжелые, не менее чем от нашествий кочевых варваров, тевтонов и пр. завоевателей. Но что приводит к подобным взрывам, столь романтично называемых “революциями”? Представляется, что, нормальным может быть только эволюционный путь, только он может привести к нормальной созидательной жизни сообществ. Тем не менее, эти явления существует. И поэтому необходимо найти их корни, чтобы можно было предсказывать эти социальные феномены. Чем они вызваны? Прежде всего – ростом внутренней энергии, не растроченной в других созидательных областях (что было бы очень желательно), либо – в войнах, что желательным не назовешь. Тем не менее, нередко вместо того, чтобы предложить созидательную реализацию внутренней социальной энергии (например, строить египетские пирамиды, греческие храмы и т.д.), нередко правители прибегали ко второй форме ее выхода. Это могло быть крайне опасно. Так, для России участие в первой мировой войне закончилось чередой внешних и гражданских войн в XX веке – таких примеров немало. В чем же причина? В первую очередь, причина в появлении контрастных идеологий в одном государстве (народе, этносе), происхождение которых, как правило, имеет либо материальные корни (материальное неравенство, коррупция, диктатура, рост цен, войны и т.п.), либо религиозные (религиозные революции, войны, переходы правителей к другим религиям и т.д.). Впрочем, религия – это один из важнейших видов информационно-управленческого энергетического фактора, действительно влияющего на социальные сообщества. Таким образом, разность (градиент или даже разрыв) идеологий может оказаться причиной страшных бед с не менее страшными последствиями (это совершенно чуждой для русского человека марксистской идеологии, которая пришла в страшное для страны

военное время, с засухами и голодом, породило неслыханное до того противостояние огромных социальных масс и управленцев в виде монархистов, приверженцев Керенского и др.. Примерами могут служить нацистские идеологии Наполеона, Гитлера и др. (разность идеологий может накалить отношения и между народами, странами), в результате – взрывной рост социальной температуры со страшными последствиями. Может быть, это есть социальная закономерность?

Сделаем небольшое отступление, чтобы пояснить суть управления обществом. Дело в том, что понижение температуры социума (при этом, не уменьшая, а увеличивая его созидательные возможности), и есть одна из главных задач его управления. При этом понижение температуры социума приводит к повышению созидательной активности, поскольку энергия не может исчезнуть бесследно – она обязательно куда-то расходуется по причине наличия закона сохранения энергии. Однако это необходимо не просто понимать управленцам, эта истина должна воспитываться в них с детства (монархий, впрочем, известны и их недостатки). Выборы также имеют известные преимущества. Таким образом, оба вида управления – монархический и демократический имеют свои достоинства и недостатки, оптимальным же является компромиссное управление. Впрочем, это предмет особого исследования, поскольку здесь играет роль особенности государства, этноса, их развитие и мн. другое.

По-видимому, такие комбинированные способы управления с уклоном, тем не менее, в монархическое правление – особенность России, что объясняется ее спецификой – огромная территория, слишком протяженные границы, которые необходимо охранять большому вооруженному контингенту, огромные богатства, которых хватит на многие последующие поколения, которые также необходимо охранять, а также многонациональность, многоконфессиональность. Это и есть наша главная беда (дороги и дураки делят второе место и третье места). Впрочем, и в других “цивилизованных” странах эти явления также существуют.

Мы не случайно остановились на проблеме иерархического управления обществом, которая до сих пор не решена. В природе существуют иерархические системы, поэтому иерархические принципы управления так же взяты из биологии и физики. Мы хорошо знаем принципы управления в различных биологических семействах, например, муравейники, пчелиные семьи, экосистемы – все они в основе имеют иерархический принцип. Известны также иерархические физические системы, например, солнечные, галактические в макромире, атомно-молекулярные – в микромире. Однако эти системы уже устоялись. Иерархическое же управление социумом еще не решенная задача, хотя решалась она несколько тысячелетий; по-видимому, этого времени оказалось недостаточно. Тем не менее, эта задача требует своего объективного математического решения, которое будет основано не на принципах удовлетворения интересов кастово-

олигархических групп, а на принципах удовлетворения общественных интересов. Главной задачей при этом оказывается соответствие размещения управленческих индивидуумов на различных ступенях иерархической лестницы их интеллектуальному, образовательному и духовному уровню. Это и есть центральная задача оптимизации – оптимального конструирования иерархической лестницы управления, решение которой приведет к решению очень многих проблем общества.

Однако продолжим обсуждение физических и социальных аналогий. Речь в данном случае идет о больших социальных средах (грубо говоря, миллионы и более). Мы уже говорили об известном эффекте трансперсональной психологии – поведение индивидуума в большой людской массе существенно отличается от его поведения вне ее. Законы, управляющие поведением одного человека, отличаются от законов поведения группы, и уж совсем далеки от законов динамики больших социальных масс. Если проводить физические аналогии, то действия одного человека подобны действию элементарной частицы – они вероятностно-детерминированные. Т.е. в законах, которые управляют поведением человека, присутствуют как вероятностная, так и детерминированная части. Например, свобода воли, т.е. поведения человека, всегда будет при нем. Даже находясь в тюрьме, человек может быть информационно (духовно, интеллектуально) свободен (вспомним примеры Л. Гумилева, Дж. Бруно и ин. др.). С другой стороны есть и вполне детерминированные действия, которые могут быть легко описаны простейшими соотношениями, например, ежедневная траектория от дома до работы (впрочем, и здесь возможны проблемы – например, пробки на дорогах, т.е. возможны и вероятностные события, что, впрочем, также можно учесть и предвидеть в рамках вероятности).

Что же касается динамики поведения большого социума, то в этом случае, его поведение носит намного более определенный характер и подчиняется макрозаконам, подобно макрозаконам, которым подчиняются большие количества молекул с большой плотностью. Как многочисленные движения многих частиц сливаются в макropоведение сплошной среды, поведение которой описывается уже макропараметрами, так и множество индивидуумов с различным поведением и многочисленными взаимодействиями, в сумме, ведут себя как некое единое сообщество, поведение которого также подчиняется определенным законам, существенно отличающимися от законов поведения каждого человека. В этом случае для описания поведения среды вводятся т.н. макропараметры: давление, температура, внутренняя энергия, энтропия, энтальпия, напряжение и др. Эти величины вводятся для моделирования макropоведения сплошной среды. При этом функции, описывающие это поведение, могут быть как гладкими, так и разрывными. Причем, разрывы могут иметь место не только в социальной среде (государственные границы, разные этносы, разная география народов, разные материальные уровни, обычаи и др.), но и в его информационной

составляющей (можно ввести понятие информационного пространства или поля социума, в который могут входить религии, знания, история, культура, наука и т.н.). Как раз на таких разрывах происходят наиболее опасные социальные явления (межнациональные, межэтнические, межконфессиональные, имущественные и идеологические войны, набеги варваров, уничтожение культур и цивилизаций, историй целых народов). Особенно опасными представляются сильные энергетические межгосударственные, материальные и межэтнические неравномерности – они могут приводить к противостояниям и даже войнам (большие концентрации энергии требуют выхода в виде экспансий, колониальных войн и т.д.). Тем не менее, сами по себе неравновесные процессы, без больших градиентов необходимы – это условие развития общества. Установление критерия уровня неравномерности – это и есть условие социальных потрясений, физическими аналогами которых смогут быть, например, потери устойчивости течения (с последующей турбулентностью), разрушение твердых тел и т.п. Однако, как и в сплошных физических средах, большие градиенты (или разрывы в социальных макропараметрах) чаще всего приводят к отрицательным последствиям. Отметим, что динамические разрывы в физике обычно описываются уравнениями гиперболического типа (уравнение переноса, волновое уравнение), хотя можно привести также примеры сильно нелинейных уравнений параболического типа, например, явления в плазме.

Итак, мы начали говорить о внутренней энергии. Вспомним первое начало термодинамики: количество энергии, полученной некой системой, идет на изменение ее внутренней энергии и выполненную системой работу. Предположим, что это утверждение справедливо для любых систем – физических или социальных. Имеет смысл вспомнить и второе начало термодинамики: в изолированной системе энтропия, которую иногда связывают с мерой хаотической компоненты в системе, либо остается неизменной, либо возрастает (в неравновесных процессах), достигая максимума при установлении термодинамического равновесия. Физическая “смерть” Вселенной наступает, когда этот максимум будет достигнут, а до того законы гравитации приводят неравновесную систему к самоорганизации небесных структур (планеты, звезды, галактики, скопления галактик). Впрочем, до такой “смерти” Вселенной еще слишком далеко. Однако нечто подобное происходит и с мировым социумом. Равновесное состояние, каким бы оно ни казалось прекрасным (Эдем на Земле), если и наступит, то будет очень нескоро и будет означать “энергетическую смерть” человечества. А пока что неравновесные процессы только усиливаются и неизвестно, к чему они приведут. По логике развития общества, например, этносы, по теории Л.Н. Гумилева, достигают в развитии своего максимума, после чего начинается “спад” к равновесному состоянию, т.е. “смерти”. Не исключено, что многие этносы так и пропали в недрах исторического процесса (можно

вспомнить, например, Ветхий Завет, древние этносы). Но мировому социуму до такой “смерти”, будем надеяться, еще далеко. Хотя, теоретически, вероятность такого сильно неустойчивого социального процесса существует, например, большие межгосударственные противоречия (большие идеологические градиенты) могут привести к ядерной войне, которая может привести к... (впрочем, будем надеяться, что до этого не дойдет – интеллект человека не должен этого допустить). Проблема заключается в том, какой будет верхняя точка неравновесности и к каким последствиям приведет сильная неравновесность – либо к суммарной устойчивой неравновесной социальной системе (в чем нет ничего страшного – неравновесность есть условие развития системы), либо к всеобщему хаотическому развитию (детерминированный хаос). Второй пусть – откровенно опасен, поскольку его последствия непредсказуемы. Он реализуется в том случае, когда большие социальные группы будут действовать самостоятельно, не учитывая наличия интересов других больших социальных групп (кстати говоря, Гитлер, запутавшись в путях развития человечества, пришел к страшным нацистским идеям частичного его уничтожения – к таким выводам может прийти недостаточно научно образованный человек; впрочем “Коммунистический манифест” Маркса также настроен на гражданские войны). Этого можно не допустить, если найти пути к договоренностям по многим мировым социальным проблемам (расхода природных ресурсов, сохранение экологической безопасности, разоружения и т.п.). Первый путь – адекватен идее неравновесной устойчивой мировой социальной системы. А для этого, как говорят, все средства хороши; религиозные учения, договора, исторические традиции и культуры, обмен (культурный, научный) между народами, благотворительность, направление внутренней энергии социума на созидание, а не на разрушение, разжигание межгосударственной, межэтнической, межконфессиональной, межклассовой ненависти.

Критерием устойчивого развития общества, как это непросто звучит, является количество довольных его членов. Недовольство может происходить не только от бедности (монахи всех религий, в основном, счастливы), но и от многих других причин, главная из которых – отсутствие перспектив развития личности. Причем, у каждого человека перспективы развития свои: у одних – накопление денег (что, впрочем, нередко приводит к депрессии из-за ложности поставленной цели: “что с собой унесете на небеса”), у других – культурное, научное, духовное развитие, воспитание детей, разумеется, при некоем материальном минимуме, обеспечивающем условия для жизни. Таким образом, условиями возрастания энтропии и одновременно устойчивости социальной системы являются не накопительство (это путь к экологическим и социальным катастрофам), а обеспечение свободного развития каждого человека, а также социальных групп. Любое препятствование этому процессу будет приводить к социальным негативным явлениям.

Разумеется, “свобода человека ограничена свободой других людей”. Это так, но нет другого пути, как договариваться о сосуществовании (могут же жить рядом банкир и ученый-теоретик; могут ведь жить люди в Китае при столь высокой плотности населения). В страшные военные годы в XX веке люди в России смогли выжить, значит, все-таки есть этно-исторические знания, такое воспитание психики и нравственности людей, которое позволяет им сосуществовать, не уничтожая друг друга. Это означает, что устойчивое неравновесное существование и развитие социума – реальность, а человеко-ненавистнические, нацистские, классовые теории, разжигающие ненависть в социуме, направляя его внутреннюю энергию на те или иные войны, не более чем плод фантазии людей с большим запасом нереализуемой внутренней энергии. К сожалению, нереализованная внутренняя энергия может привести к депрессии, нарушению психики и обидчивости, а так же к генерации человеко-ненавистнических идей, порожденных отсутствием реализации потенциальных возможностей. Что может быть выходом из такой непростой ситуации? Созидательная или творческая деятельность, всегда дающая выход внутренней энергии, наука, спорт, изучение культурного наследия человечества, в том числе, религий, которые порой умеют дать ответ на некоторые недоступные классической науке нравственные вопросы. Конечно это не все “рецепты”, которые существуют и, к сожалению, не всегда и не все люди их придерживаются, но нежелание работать над формированием своей личности, чаще всего, приводит к ее деградации, поскольку реализация внутренней энергии, как физической, так и информационной, является необходимым условием жизни и развития человека и общества.

Однако вернемся к первому началу термодинамики: полученная системой энергия расходуется на выполненную ею работу и увеличение внутренней энергии. Что касается работы, здесь ситуация более или менее понятная. На строительство пирамид, жилых домов, дворцов, кораблей, ракет и т.п. требуется энергия, которая может быть оценена в единицах энергии, например, в джоулях. Сложнее выглядит ситуация с творческой деятельностью – на нее формально идет небольшое количество джоулей, но она требует наличие талантов, усилий людей, оказывает влияние на общество, политику. Зачем древние люди рисовали в пещерах? Уже тогда было понятно, что творческая деятельность есть внутренняя необходимость человека и человечества. Эта деятельность, безусловно, созидательная. Однако на нее расходуется внутренняя энергия социума, более того, уровень творческой работы (науки, искусства) есть “мерило” уровня общества, государства, этноса, цивилизации. Зачем люди строят храмы? Очевидно не для извлечения материальной выгоды – это потребность выхода их внутренней энергии, показывающая духовный (и не только) уровень общества. Здесь стоит остановиться на том, что энергия человека и социума имеет разные уровни и функции. Упрощенно говоря, чем более “груба” энергия, т.е. требует

больше физических затрат, тем она менее интеллектуальна и наоборот (хотя, это, разумеется, образное упрощение). Слабые (сверхслабые) энергетические уровни человека и социума (слабые или сверхсильные энергии) имеют иные функции. На них не уходит много джоулей, но они уже приобретают другие функции – творческие и управленческие. Т.е. чем выше уровень, тем меньше он требует джоулей (из истории мы знаем, что самые талантливые люди, творившие мировую науку, мировое искусство не были богаты – у них были иные ценности, дававшие им жизненные созидательные силы). Наличие этих уровней в человеке определяет его интеллектуальный уровень, в социуме – уровень его цивилизации.

Таким образом, мы приходим к гипотезе о существовании информационной (сверхслабой) энергии, главный смысл которой – творчество и управление как человеком, так и социумом. Важность этой информационной составляющей трудно переоценить – именно она отличает нас от наших братьев меньших. И, как показывает история человечества, несмотря на энергетическую слабость, этот фактор управляет огромными массами людей (идея, овладевшая массами, становится огромной силой). Да, действительно, материальные ценности во многом управляют обществом, однако, в истории остаются лишь плоды действия информационного фактора – именно он и творит культуру, науку, цивилизации, в конечном итоге – историю социума. Разумеется, не следует думать, что этот фактор оторван от реальной жизни – конечно нет, ведь нередко социальные перевороты реализовывались из-за голода или социального неравенства. Отсюда появлялись различные радикальные теории, т.е. информационная компонента появляется не на пустом месте – она имеет материальные корни, когда речь идет о социальных идеологиях.

Что касается творческой деятельности, то здесь ситуация иная. Разумеется, любой художник должен иметь определенный материальный минимум для своей жизни и работы. Но вдохновение на создание шедевров и новых теорий берется не от “грубых” энергетических уровней. Откуда? Разумеется, вдохновением на написание романа или картины может быть сама жизнь, исторические события, переживания (которые, впрочем, также являются информационными структурами человека). Все ли перечислено? Не думаю. Существуют и другие понятия, о которых мы можем только догадываться, но не можем объяснить их существование (религия, вера, любовь...).

Теперь о температуре социальной среды. Как хорошо известно, в физике температура среды определяется кинетической энергией молекул. При повышении этой температуры могут происходить фазовые переходы, разрушения, взрывы. Что есть аналог температуры в социуме? Этим аналогом может являться неизрасходованная внутренняя энергия, запас которой есть у многих активных, в разной степени, людей. Однако если этот запас не расходуется, то возникает вопрос о том, куда будет деваться энергия? Хорошо, если человек или

группа людей находит, куда ее расходовать. Но тогда, когда этого не происходит, начинаются другие процессы – растет недовольство, далее начинаются появляться группы недовольных, вплоть до радикальных, суицидальных, криминальных и т.п. групп. Пример – к чему приводит рост безработицы. А если работы нет у высокоинтеллектуального энергичного человека? Он может создать такие группировки, работающие, в конечном счете, на разрушение (или неустойчивое развитие) общества. Здесь мы вновь возвращаемся к иерархическому принципу устройства социума – каждый человек, в идеале, должен занимать свою ступень на иерархической лестнице: не занимать чужие, более высокие ступени, и не опускаться ниже своего уровня. Рассогласование в положении индивидуумов на иерархической лестнице ведет к неустойчивости общества – это главное, что необходимо понять власти придерживающим, т.е. полученная энергия идет на совершение физической работы (не только по строительству пирамид, замков или небоскребов, но и на создание криминальных структур, на войны, внутригосударственные вооруженные конфликты и т.п.), и на увеличение внутренней энергии общественной (социальной) среды. В свою очередь, внутренняя энергия не может бесконечно накапливаться, она также идет на повышение температуры в обществе, а также на реализацию в виде создания, например, продуктов творческой деятельности, науки, культуры, техники, управленческих структур социума, информационных систем. В случае невозможности реализации внутренней энергии на творческие и созидательные цели, эта энергия будет либо использоваться на антисозидательные (разрушительные) цели в виде криминала, появления радикальных групп, подготовки переворотов, революций, войн, либо она будет диссипировать (деградация индивидуумов, социальных групп, депрессия, наркомания и т.п.). Это возможно некое упрощение, но температура в обществе есть индикатор социального недовольства, а давление в обществе – индикатор напряженности социума, т.е. степени его готовности к социальному взрыву.

Таким образом, мы приходим и к, казалось бы, почти очевидному выводу о необходимости правильного положительного (созидательного) использования энергии, данной человеку, социуму. В противном случае, получаем негативные последствия. По-видимому, с этим и связано появление во всех сказках, мифах, верованиях и религиях мира понятий биполярного мирового устройства добра и зла, положительных и отрицательных героев. Видимо по этой причине появились 10 ветхозаветных заповедей, заповеди Нового Завета, их аналоги в других религиях. Это не что иное, как правила созидательной жизни человека и общества, т.е. положительного использования данной человеку энергии. Если внимательно изучить Нагорную проповедь, то станет ясно, что в ней изложены технологии устойчивого динамического существования человеческого сообщества (правила поведения индивидуумов) в дополнении к тем, которые изложены в заповедях Моисея.

Мы не будем в данной работе сосредотачиваться на этой теме, однако уже то, что было рассмотрено первое и второе начало термодинамики для описания социальных процессов, внушает осторожный оптимизм. Это означает возможность построения, по крайней мере, имитационных, или качественных моделей развития социума, что уже, как можно надеяться, поможет предсказывать как его динамику, так и объяснить исторические процессы. Также шла речь об иерархическом принципе построения общества, о возможности введения понятия температуры, внутренней энергии, давления, работы, градиентов (больших различий определяющих характеристик), приводящих, как и в физике, к катастрофическим последствиям, фазовых переходах, о возможности реализации взрывных процессов по типу ядерных реакций или быстрого роста температуры социума. Также речь шла об информационной и управляющей компонентах общества. Существуют ли они в природе? Разумеется. Для понимания можно вспомнить устройство биологических объектов и сообществ, которые используют как передачу информации, так и управление, имеют память. Что касается т.н. неживой природы, то она также имеет, в определенном смысле, память, хранящуюся в электромагнитном поле Земли, различных физических структурах (природный ландшафт, очертания материков, изменения климата, геологические отложения, структуры и т.д.). Сомнительное предположение. Очевидно, что эти структуры образуются в соответствии с некоторыми законами физики – это мы знаем. Но откуда берутся эти законы? Из некоторых законов сохранения или вариационных принципов, например, принципа наименьшего действия. А откуда берутся эти законы и принципы? Да ведь это и есть действие управляющего фактора, природа которого, впрочем, пока не понятна. Таким образом, информационный и управляющий факторы в природе также существуют, хотя в обществе они развиты намного сложнее, поскольку появляются такие категории, как интеллект, наука, культура, духовность, любовь, и, быть может, главное, что отличает человечество от природы – способность генерировать новую информацию, на основе этих, исключительно человеческих категорий.

Актуально представляется “заимствования” энергии одними социальными группами у других. В первую очередь она касается долгих и кровопролитных колониальных войн, которые вели некоторые страны Европы. Однако в настоящее время им приходится за это расплачиваться – ведь подавление развития других народов означает не уничтожение их энергетических потенциалов, а лишь замедление их реализации во времени и накопления внутренней энергии. В результате – массовая миграция в страны Европы, постоянное недовольство, восстания потомков индейцев в Центральной и Латинской Америке, борьба с рабовладельцами в Северной. Невольно приходят мысли о том, что рано или поздно, но Европа и Северная Америка пере-

станут быть “белыми” – за нарушение энергетического баланса мирового социума приходится платить.

Если говорить о законе сохранения массы, который описывается математически в виде уравнения неразрывности в системе уравнений механики сплошных сред, то, но, разумеется, тоже существует и в обществе. Однако при его рассмотрении необходимо учитывать факторы естественного прироста населения, а также убыли вследствие эпидемий и войн. При наличии такой статистики, которая имеется за последние примерно 200 лет (есть данные и более старые, но менее точные), уравнение неразрывности может быть представлено и для социума.

Что касается физических полей, то, как известно, физический мир находится под действием трех полей: гравитационного, электрического и магнитного, причем переменные электрические и магнитные поля связаны соотношениями теории Максвелла. Существуют ли аналоги таких полей для социальных сред (социальные поля). Да, существуют. Общество живет в трех полях: финансово-экономическом, политико-административном и информационно-культурном. Эти поля оказывают основные воздействия на жизнь и развитие общества. Изучение их влияния на социальную среду может дать как новую историческую, так и предсказательную информацию. Отметим, что поля эти имеют корреляции. Так, политика, в основном, работает на экономику, привлечение финансов, и в этом смысле, значительно переплетается с экономической и финансовой средами. Одно поле поддерживает другое и наоборот. Но ведь нечто подобное происходит и в электромагнитных полях, хотя говорить о полной аналогии, конечно, не стоит. Заметим, что в этом смысле, фраза “экономика – это концентрированное выражение политики” далеко не бессмысленна. Можно сказать более сильно: политика появилась для реализации, в первую очередь, экономических целей (разумеется, нельзя не учитывать также геополитические цели, которые, впрочем, в основном, служат экономическим). Информационные поля имеют свою структуру, о чем речь уже шла. Наиболее очевидные их уровни – это политические, экономические, бытовая информация. Наиболее сложные информационные поля связаны с творческой и духовной жизнью людей: наукой, культурой, религией, любовью.

Можно говорить о других физических явлениях, имеющих аналоги в жизни общества: явления переноса, диффузия, энергообмен, фазовые переходы, ударные волны, распространение солитонов, волновые явления, осцилляции (колебания) в среде, турбулентность, разрушения. Причем эти явления имеют место как в самом социуме, так и в информационном поле. Ценность наличия таких аналогов в том, что благодаря их изучению, появляется возможность математической формализации динамики общества, которая дает возможность аналитического исследования социально-исторических процессов и, возможно, перспектив социального

развития. Так, нам хорошо известны процессы взаимного проникновения этносов, народов, их ассимиляция. Эти процессы описываются уравнением диффузии. Процессы переселений народов, описанные, например, в работах Л.Н. Гумилева, могут быть формализованы с помощью уравнений переноса (или транспортное уравнение). Это же уравнение может описать и торговлю между странами. Взаимодействие этносов, народов, государств приводит к энергообмену между ними. Хорошо, если такой энергообмен идет на пользу обеим сторонам. Односторонний энергообмен – это колонизация партнера, т.е. захват его энергоресурсов, о чем уже шла речь. Положительным примером представляется общение различных социальных групп, с целью их экономического и культурного подъема. Аналогом ударных волн являются захватнические войны, революции, в которых гибнут люди, экономика, культура. Они “проходят” не только по социуму, но и по его информационным полям. При этом неизбежны такие явления, как разрушения экономики, науки, культуры, возможны социальные аналоги турбулентных процессов, когда идет переоценка духовных и культурных ценностей, оценки исторических событий, смены властей, когда политические элиты “опускаются”, поднимаются во власть иные, неизвестные люди, что имеет определенные положительные качества, но нередко приводит к падению экономики, науки, культуры (пример – события 1917 и 1991 годов в России). Следствием могут являться также и фазовые переходы – смена политического и экономического устройства общества, что, впрочем, может происходить и эволюционным путем.

Однако социальные колебания могут оказаться очень опасными, растущими и деструктивными, если общество не имеет инвариантов. Речь идет, в данном случае, не только об аналогах физического закона сохранения. Общество, для самосохранения, должно иметь как духовные и культурные инварианты, так и инварианты в поведении человека по отношению к другому человеку, и т.д. Эти инварианты вырабатываются многотысячелетней исторической практикой, мировыми религиями, понятиями нравственности и морали, уважением к истории своего (и не только своего) народа, к своим предкам. Т.е. можно говорить и об инвариантах в информационной составляющей общества, например, о законе сохранения информации, которая может измеряться, например, в байтах; впрочем, это уже другая очень непростая тема, предмет отдельной работы. Разумеется, инварианты необходимы не только в отношениях между людьми, но и в экономической, политической жизни общества. Их нарушение ведет к хаосу в политических и экономических отношениях, что может привести к бесконечным войнам. Это же касается и исторической культуры, которая тоже есть инвариант, замена которого на некие субкультуры также приводит к явлениям турбулентности, разрушениям, ударным волнам в информационных социальных полях. Социальными инвариантами, разумеется, являются

семейные ценности (без семьи не существует этноса, народа, государства). Эта важнейшая тема – инварианты общества, является главной в проблеме его устойчивого развития, поскольку без них в обществе будут наблюдаться неустойчивые процессы (неустойчивое развитие общества).

Данная работа имеет, как можно видеть, идейный характер. Важно обратить внимание на то, что закономерности развития общества можно не только описывать, но и использовать аппарат математического моделирования для исследования и глубокого анализа историко-социальных процессов, поскольку история, социальное развитие – это науки, имеющие свои строгие закономерности. Однако для развития этой, возможно новой науки, необходимо сотрудничество специалистов в области математического моделирования и гуманитарных наук.

Автор выражает искреннюю благодарность профессору А.И. Кобзеву за полезные дискуссии по данной теме и Д.В. Кибардиной за большую помощь, оказанную в работе над данной статьей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гумилев Л.Н. Этносфера: теория людей и история природы: СПб.: Кристалл. 2002. 578с.
2. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь: М.: Мысль. 1976. 368с.
3. Моисеев Н.Н. Избранные труды. Междисциплинарные исследования глобальных проблем: М.: Тайдекс Ко. 2003. 264с.
4. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры: М.: Физматлит, 2001. 320с.
5. Павловский Ю.Н., Белотелов Н.В., Бродский Ю.И. Компьютерное моделирование: М.: Физматлит. 2014. 304с.
6. Корнев Т.В. Целенаправленная механика управляемых манипуляторов: М.: Наука, 1979. 448с.
7. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Аэродинамика: М.: Наука, Физматлит. 1986. Т. 6. 736с.
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля: М.: Наука. 508с.
9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика: М.: Наука. 1989. 767с.
10. Моисеев Н.Н. Судьба цивилизации. Путь разума: М.: Изд. МНЭПУ. 1988. 205с.

DOI: 10.5862/JEST.

УДК

APPLICATION OF THE METHOD OF ECONOMIC INTERVALS TO THE CHOICE OF WIRE SECTIONS SHADED PHASE

Gerkusov A.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНТЕРВАЛОВ К ВЫБОРУ СЕЧЕНИЙ ПРОВОДОВ С РАСЩЕПЛЁННОЙ ФАЗОЙ

Геркусов А.А.

Abstract

This paper analyzes the existing method of selecting cross-sections of wires by the method of economic intervals, the necessity of modernization for power transmission with a voltage of 220 kV and above, running split phase. The proposed algorithm for determining the current load in which, on the basis of minimum reduced cost, should abandon the use of additional reactive power sources and move to the use of the wires split phase. A series of intersecting curves, allowing not only to choose the best wire size, but also to determine the load at which it should be split wires phase into several components.

Аннотация

В настоящей работе проанализирован существующий способ выбора сечений проводов методом экономических интервалов, доказана необходимость его модернизации для электропередач напряжением 220 кВ и выше, выполняемых с расщеплённой фазой. Предложен алгоритм отыскания той токовой нагрузки при которой, исходя из минимума приведенных затрат, следует отказаться от применения дополнительных источников реактивной мощности и перейти к применению проводов с расщеплённой фазой. Построена серия пересекающихся кривых, позволяющая не только выбирать оптимальное сечение проводов, но и определять нагрузку, при которой следует расщеплять провода фазы на несколько составляющих.

Keywords: overhead transmission line, current economic intervals, impedance, condenser, natural power, electric field strength, a source of reactive power, reactor, inductance, phase splitting.

Ключевые слова: воздушная линия электропередачи, токовые экономические интервалы, волновое сопротивление, конденсатор, натуральная мощность, напряжённость электрического поля, источник реактивной мощности, реактор, индуктивность, расщепление фазы.

Введение

Преобладающее количество электроэнергии потребители получают от электро-энергетических систем (ЭЭС). Важнейшим структурным элементом ЭЭС – являются воздушные и кабельные линии электропередачи, обеспечивающие транспорт электроэнергии от источников мощности до потребителей. В связи с непрерывным увеличением производства электроэнергии, развитием энергосистем, ростом мощности, объединяемых в системы электрических станций, созданием объединённых энергосистем (ОЭС) и ЕЭС, повышается дальность, мощность и напряжение электропередач.

Рост капитальных затрат на строительство ЛЭП и сетей в целом соизмерим с общей суммой капиталовложений в электрические станции. В этих условиях особенное значение приобретает экономичность принимаемых решений.

Принцип сочетания экономического анализа с решениями технических вопросов, относящихся к мощным электропередачам переменного тока принят в настоящее время в нормативных документах на проектирование ЛЭП. В значительной мере технико-экономические показатели ЛЭП определяются поперечным сечением проводов и конструкцией фазы.

Требования к ЛЭП всё время возрастают, причём в первую очередь в отношении повышения надёжности, увеличения пропускной способности, передачи заданной мощности в нормальном и послеаварийном режимах. При этом в нормальном режиме необходимо обеспечить наиболее экономичную передачу электроэнергии, соответствующую минимуму затрат на сооружение и эксплуатацию линии. Оптимизация конструктивных параметров воздушных линий электропередачи, предполагающая комплексную оптимизацию проводов, их изолирующей подвески и опор способствует этому.

1. Постановка задачи

Сечения проводов и конструкция фазы ЛЭП должны быть выбраны таким образом, чтобы они соответствовали оптимальному соотношению между затратами на сооружение и эксплуатацию линии, растущими с увеличением сечения и расходами связанными с оптимизацией конструкции проводов фазы.

Под конструкцией фазы понимается количество проводов в фазе, их сечение и их взаимное расположение. Выбор конструкции фазы является достаточно сложной технико-экономической задачей, поскольку он определяет основные характеристики линии от пропускной способности до затрат на её

сооружение и эксплуатацию. Основной целью выбора конструкции фазы является исключение общего коронирования проводов и уменьшения тем самым потерь электроэнергии на корону, а также снижение уровня радиопомех, излучаемых короной до допустимого значения.

Применение напряжения 220 кВ позволило в короткие сроки и при небольших затратах решить такие задачи, как объединение Крымэнерго с ОЭС Северного Кавказа; объединение через вставку постоянного тока ОЭС Сибири и ОЭС Востока и др.

Целью настоящей работы является модернизация и усовершенствование метода токовых экономических интервалов для выбора оптимального сечения проводов и конструкции фазы воздушных линий напряжением 220 кВ.

2. Метод экономических интервалов

Основными методиками, служащими в практике проектирования для выбора оптимального сечения проводов в настоящее время, являются **метод экономической плотности тока и метод экономических токовых интервалов**, которые основаны на минимизации функции приведенных затрат.

Метод выбора сечений проводов, предложенный в 1945 г. В.М. Блок, получил название метода токовых экономических интервалов [1, 2]. Указанный метод основан на построении дискретной технико-экономической модели линии электропередачи, базирующейся на следующих допущениях:

- отсутствуют потери активной мощности на корону;
- линия сооружается в течении одного года, что справедливо для большинства ВЛ с номинальным напряжением до 220 кВ, после чего начинается её нормальная эксплуатация, в течении срока до момента окончания расчётного периода;
- ежегодные отчисления от капиталовложений на обслуживание, ремонт и реновацию, а также средневзвешенный тариф на электроэнергию в течении расчётного периода не изменяется;
- конфигурация графика перетока активной мощности по линии в течении расчётного периода остаётся одинаковой;

- изменение активного сопротивления фазы линии от температуры не учитывается;

- ущерб от перерывов электроснабжения потребителей в функции затрат также не учитывается.

Согласно этому методу для воздушных и кабельных линий различных сечений и напряжений, типов и материалов опор, на единицу длины определяются приведённые затраты Z в зависимости от тока в фазе $I_{\text{ср.кв}}$, времени потерь τ , средневзвешенного тарифа на электроэнергию Π , ежегодных отчислений от капитальных вложений на их амортизацию p_a .

$$Z = (E_n + p_a) \cdot K_{\text{л}} + 3 I_{\text{ср.кв}}^2 \cdot R_{\text{л}} \cdot \tau \cdot \Pi, \quad (1)$$

Где: $R_{\text{л}}$ - удельное активное сопротивление линии, Ом/км; $E_n = 0,12$ - коэффициент эффективности капиталовложений, год⁻¹.

Выражение (1) и представляет собой **дискретную технико-экономическую модель** линии электропередачи и концентрирует в себе целую совокупность технико-экономических параметров ВЛ и характеристику графика перетока активной мощности.

В качестве примера построения экономического интервала можно привести результаты расчетов $Z(I)$ по формуле (1) для одноцепной ВЛ-220 кВ сооружаемой на ж/б. опорах в 1 и 2-м районах гололедности в европейской части СНГ с сечениями **240, 300, 400, 500, 600 мм²** при $\tau = 1585$ и ценах до 1984 г. Результаты расчетов представлены (рис. 1). Если представленные на рис. 1 параболические зависимости соответствуют заданным при проектировании ВЛ исходным данным (номинальное напряжение, число цепей, район сооружения, тип конструкции и материал опор, время использования максимума нагрузки), то для выбора экономически целесообразного сечения провода достаточно отложить на оси абсцисс значение расчетного тока $I_{\text{расч}}$ и посмотреть, в какой из интервалов это значение попадает. Как следует из представленных на рис. 1 кривых, при росте времени потерь τ , токовые экономические интервалы смещаются влево, расширяясь при этом для линий исполняемых проводами больших сечений и сужаясь, для линий выполненных проводами меньших сечений.

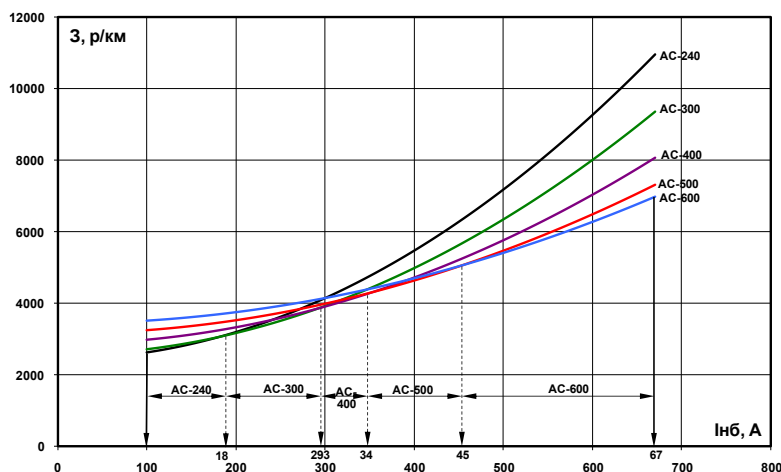


Рис. 1. Токовые экономические интервалы для одноцепной ВЛ-220 кВ сооружаемой на ж/б опорах в 1 и 2-м районах гололедности при $\tau = 1585$ ч.

Значение наибольшего расчетного граничного тока линии $I_{расч. гр.}$ в месте пересечения кривых определяется из выражения:

$$3_{л1}=3_{л2}, (2)$$

где $3_{л1}$ и $3_{л2}$ - приведенные затраты для сравниваемых смежных сечений, зависящими от тока линии и будет:

$$I_{расч. гр.} = \sqrt{\frac{(E_{н} + P_A) \cdot (K_{л2} - K_{л1}) \cdot 10^{-3}}{3\tau \cdot 3_{ЭН} \cdot (R_{л1} - R_{л2})}}, (3)$$

Таким образом метод экономических интервалов учитывает:

- фактическую, т.е. нелинейную зависимость капитальных затрат K_n от сечения F .
- фактические значения, т.е. непрерывность изменения числа часов использования максимума нагрузки.
- ступенчатость сечений проводов и жил кабелей.
- фактические значения $E_n, \tau, 3_{ЭН}$ с учётом их изменений.
- позволяет учесть, как множественность нагрузок, так и динамику их роста.
- показывает сечения, не дающие на данном экономическом интервале минимума приведенных затрат.

3. Оптимизация сечения и конструкции фазы воздушной линии.

Однако, рассмотренный метод не отражает всех условий выбора оптимальной конструкции фазы ВЛ, которая должна удовлетворять трём основным требованиям:

- ограничения радиопомех и потерь на корону:

$$E_{max} \leq E_{доп} (4)$$

- передачи энергии при оптимальной плотности тока $J_{опт}$, обеспечивающей минимальные затраты на сооружение и эксплуатацию линии:

$$J = J_{опт} (5)$$

- обеспечения высокой степени использования поверхности проводов:

$$K_{исп} = K_{исп макс}, (6)$$

где $E_{доп.н}$ – допустимая напряжённость поля на поверхности проводов (действующее значение) по условиям ограничения потерь на корону и радиопомех при номинальном напряжении линии; E_{max} – максимальная напряжённость поля на поверхности провода; $K_{исп}$ – коэффициент использования поверхности проводов, определяемый следующим выражением:

$$K_{исп} = \frac{E_{макс}}{E_{доп.н} \cdot K_{нр}}, (7)$$

Здесь $K_{нр}$ – коэффициент неравномерности распределения напряжённости поля по поверхности проводов:

$$K_{нр} = \frac{E_{макс}}{E_{ср}} = 1 + (n-1) \frac{r_0}{r_p}, (8)$$

Где $E_{ср}$ – средняя напряжённость поля на поверхности фазы; r_p – радиус расщепления фаз; r_0 – радиус провода.

Зависимость коэффициента использования проводов $K_{исп}$ от геометрических параметров линии и их номинального напряжения, согласно [3, 4], при треугольном расположении фаз имеет вид:

$$k_{исп} = \frac{U_{фн}}{n \cdot r_0 \cdot E_{доп} \cdot \ln \frac{\sqrt[3]{2} \cdot D_0}{r_3} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\Delta H}{D_0}\right)^2}}. (9)$$

Для ВЛ с одинаковыми расстояниями всех фаз от земли:

$$k_{исп} = \frac{U_{фн}}{n \cdot r_0 \cdot E_{доп} \cdot \ln \frac{\sqrt[3]{2} \cdot D_0}{r_3} \cdot \frac{1}{B'}}, (10)$$

$$\text{где } B' = \sqrt[3]{1 + \left(\frac{D_0}{2 \cdot H_3}\right)^2} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{D_0}{H_3}\right)^2}, (11)$$

$$r_3 = \sqrt[n]{r_0 \cdot d^{n-1}} (12)$$

Здесь r_3 – эквивалентный радиус расщеплённого провода; d – шаг расщепления фазы; $U_{фн}$ – номинальное фазное напряжение; H_3 – эквивалентная высота подвески проводов над землёй; ΔH – превышение средней фазы над крайними; D_0 – среднее геометрическое расстояние между фазами; n – количество составляющих в фазе проводов.

Воздушные ЛЭП являются протяжённым токопроводом, создающим электрическое и магнитное поля. При этом электрическое поле мало изменяется при изменении условий работы линии в течение суток, недели или года из-за ограниченных пределов изменения напряжения. Магнитное же поле, изменяется в широких пределах в соответствии с изменением тока нагрузки в линии. Это обстоятельство определяет режимные особенности работы электропередач переменного тока и связанные с ними мероприятия по управлению их работой [3, 4, 5].

Основными физическими параметрами ВЛ являются их погонная индуктивность L_0 , ёмкость C_0 , активное сопротивление R_0 , и активная проводимость G_0 . Для 3-х фазных ВЛ система воздействующих напряжений оказывает влияние на параметры линии из-за электромагнитного влияния соседних фаз.

Если ВЛ работает на нагрузку эквивалентное сопротивление которой равно волновому сопротивлению линии Z_b :

$$Z_b = \sqrt{L/C} = \sqrt{x_0/b_0}, (13)$$

то такой режим её работы называют натуральным. Здесь L и C – индуктивность и ёмкость единицы длины линии; x_0 – удельное индуктивное сопротивление, b_0 – удельная ёмкостная проводимость линии. Если сопротивление на конце линии равно волновому, то мощность, которая течёт по этой линии называется *натуральной мощностью* P_n .

$$P_H = 3 \cdot U_{\Phi H} \cdot I_H = 3 \cdot \frac{U_{\Phi H}^2}{Z_B} = \frac{U_{\text{НОМ}}^2}{Z_B}; \quad (14)$$

$I_H = U_{\Phi} / Z_B$ – натуральный ток линии.

Разность мощностей электрического $Q_{эл}$ и магнитного Q_M полей линии определяет её реактивную мощность Q . Пренебрегая изменениями напряжения U и тока I вдоль линии, получаем:

$$Q = Q_{эл} - Q_M = 3\omega C U_{\Phi}^2 \cdot l_{\lambda} - 3\omega L I^2 l_{\lambda} = P_H \lambda \left[1 - \left(\frac{P}{P_H} \right)^2 \right], \quad (15)$$

где ω – угловая частота; l_{λ} – длина линии; U_{Φ} – напряжение фазы относительно земли;

$\lambda = \frac{\omega \cdot l_{\lambda}}{v_B}$ – волновая длина линии, $k = I / I_H = P / P_H$ – отношение передаваемой мощности к натуральной; v_B – скорость распространения электромагнитной волны.

Как следует из формулы (15) реактивная мощность линии $Q=0$ при передаче мощности $P=P_H$. Этот режим соответствует линии бесконечной длины, подключенной к источнику напряжения, когда отсутствуют отраженные волны и соответственно распространяется только прямая волна. Аналогичные условия создаются на линии конечной длины при её активной нагрузке, соответствующей волновому сопротивлению Z_B . Этот режим называется натуральным. Он сбалансирован по реактивной мощности: линия не генерирует и не потребляет реактивную мощность.

При передаче мощности, отличной от натуральной этот баланс нарушается. При $P < P_H$ линия

$$F_H = 2\pi n r_0 = \frac{C U_{\Phi H}}{\epsilon_0 E_{\text{доп.н.}} k_{\text{исп}}} = \frac{U_{\Phi H}}{\epsilon_0 v_B Z_B E_{\text{доп.н.}} k_{\text{исп.}}} = 40\pi \frac{P_H}{U_{\Phi H} E_{\text{доп.н.}} k_{\text{исп.}}} \cdot \frac{1}{k_{\text{исп.}}} \quad (17)$$

Активное сечение проводов определяется только передаваемой мощностью, рабочим напряжением и оптимальной плотностью тока по формуле:

$$F_a = \frac{P}{3U_{\Phi} J_{\text{опт}}} \quad (18)$$

Тогда поверхность и активное сечение проводов оказываются связанными определёнными требованиями. Их отношение согласно формулам (17) и (18) будет:

$$\frac{F_H}{F_a} = \frac{2}{r_0 \chi_3} \approx 120\pi \frac{P_H}{P} \frac{J}{E_{\text{доп.н.}} k_{\text{исп}}} \quad (19)$$

и определяется только произведением двух параметров проводов $r_0 \chi_3$, где χ_3 – коэффициент заполнения провода активным материалом, но, с другой стороны, зависит от некоторых технико-экономических параметров линии: отношения передаваемой мощности к натуральной, оптимальной плотности тока, напряжённости поля на поверхности проводов и $k_{\text{исп.}}$. Отсюда очевидно, что может использоваться не любое произведение $r_0 \chi_3$, а только удовлетворяющее формуле (19). Из этой формулы следует, что для уменьшения отношения P/P_H необходимо соответственно увеличить

генерирует реактивную мощность, представляя собой аналог конденсатора. Этот избыток реактивной мощности, должен быть поглощён энергосистемой. Напротив, при $P > P_H$ линия потребляет реактивную мощность – являясь аналогом реактора, поскольку в этом случае мощность магнитного поля больше мощности её электрического поля [4, 6].

Оптимальная плотность тока зависит от соотношения стоимости потерь электроэнергии и стоимости линии, а также от числа часов максимальных потерь. Поэтому возможный диапазон её значений, представленный в [6], довольно широк: $0,416 \leq J_{\text{опт}} \leq 1,117 \text{ А/мм}^2$.

Стоимость линии (отнесённая к единице её длины) определяется массой проводов, зависящей от их сечения F_a , и их суммарной поверхностью F_H , от которой зависят ветровые и гололёдные нагрузки на линию, и соответственно конструкция и масса опор и фундаментов:

$$K_{\text{вл}} = K_0 + K_t F_a + K_n F_H, \quad (16)$$

где K_0 , K_t , K_n – постоянные коэффициенты для линии с заданной принципиальной схемой опоры, увеличивающиеся с ростом номинального напряжения.

Оценим степень влияния отношения (P/P_H) на поперечное сечение проводов F_a и площадь поверхности провода F_H для ВЛ–220 кВ. Согласно [3, 4] площадь поверхности провода определяется четырьмя параметрами: рабочим напряжением, натуральной мощностью линии, напряжённостью поля на поверхности проводов и коэффициентом использования этой поверхности.

отношение F_H/F_a . При увеличении плотности тока отношение F_H/F_a пропорционально увеличивается. В обоих случаях это достигается за счёт уменьшения радиуса составляющих r_0 , и соответствующего увеличения числа составляющих в фазе n .

Чем больше отношение F_H/F_a , тем больше отношение ветровых и гололёдных нагрузок к нагрузке от массы проводов. Это приводит к увеличению усилий, воздействующих на опоры и соответственно к увеличению массы и стоимости опор. Поскольку при использовании проводов с $\chi_3 = 0,61 \div 0,67$ (проводов нормального исполнения) увеличение отношения F_H/F_a достигается только за счёт уменьшения радиуса проводов, что приводит к уменьшению длин пролётов и соответственно к увеличению числа опор на 1 км линии. По этим 2-м причинам увеличение отношения F_H/F_a (увеличение отношения натуральной мощности к передаваемой) приводит к увеличению стоимости 1 км линии. Это увеличение при неизменном суммарном сечении проводов фаз может быть оценено по приближённой формуле [5, 6]:

$$\frac{\Delta K_{\text{вл}}}{K_{\text{вл}}} = 0,075 \cdot \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right), \quad (20) \text{ где } \Delta K_{\text{вл}} -$$

увеличение капитальных затрат на сооружение 1 км линии при увеличении числа составляющих в фазе

с p_1 до p_2 ; $K_{вл}$ – капитальные затраты на сооружение 1 км линии с числом составляющих в фазе p_1 .

Согласно формуле (20) при увеличении числа составляющих в фазе линии вдвое стоимость линии увеличивается на 7,5% втрое – на 15%, вчетверо – на 22,5%.

$$\frac{\Delta K_{вл}}{K_{вл}} = A \cdot \left(\frac{P_{п2}}{P_{п1}} - 1 \right). \quad (20a)$$

Здесь коэффициент A зависит от конструкции опор исходной линии натуральной мощности $P_{п1}$ и линии повышенной натуральной мощности $P_{п2}$. Для ориентировочных оценок можно воспользоваться усреднённым значением $A \approx 0,075$ [13].

Изменение отношения передаваемой мощности к натуральной оказывает большое влияние на работу электропередачи. При увеличении P_n обратно пропорционально уменьшается индуктивность линии:

$$L = \frac{z_v}{v_v} = \frac{3U_{ф.н}^2}{v_v P_n}. \quad (21)$$

Поэтому при заданной передаваемой мощности уменьшается падение напряжения от рабочего тока на индуктивности линии:

$$\Delta U_L = \omega L I = \omega \frac{z_v}{v_v} \frac{P}{P_n} I_n = U_{ф.н} \frac{P}{P_n} \lambda, \quad (22)$$

что в свою очередь, приводит к уменьшению перепада напряжения вдоль линии:

$$\frac{U_{ф1}}{U_{ф2}} = \sqrt{\left[\cos \lambda + \frac{Q_2}{P_n} \sin \lambda \right]^2 + \left(\frac{P}{P_n} \right)^2 \sin^2 \lambda}, \quad (23)$$

где Q_2 – реактивная мощность, потребляемая в конце линии [3].

Как было показано выше, при уменьшении отношения P/P_n уменьшается потребляемая линией реактивная мощность:

$$Q = P_n \lambda \left[\left(\frac{P}{P_n} \right)^2 - 1 \right]. \quad (24)$$

Потребляемая линией реактивная мощность быстро увеличивается при увеличении отношения P/P_n и может во много раз превышать зарядную мощность линии $Q_{зл} = P_n \lambda$.

Потребляемая линией реактивная мощность должна быть возмещена энергосистемой (генераторами, синхронными компенсаторами, батареями конденсаторов), поскольку в энергосистеме во всех режимах должен соблюдаться баланс реактивной мощности. В связи с этим необходимо решить, что выгоднее – передавать по линии мощность превышающую натуральную, и компенсировать потребляемую линией реактивную мощность соответствующими источниками И.Р.М., либо увеличить натуральную мощность линии до уровня передаваемой и отказаться от источников реактивной мощности. Для решения этого вопроса вычислим отношение стоимости источников реактивной мощности:

При условии эффективного использования поверхности проводов в обоих сравниваемых вариантах линий, т.е., когда $k_{исп}$ в обоих вариантах линий приблизительно одинаков, $\Delta K_{вл}/K_{вл}$ может быть оценено по следующей зависимости [4, 5]:

$$K_{ирм} \approx k_{ирм} P_n \left[\left(\frac{P}{P_n} \right)^2 - 1 \right] \frac{1}{1000}, \quad (25)$$

к приращению стоимости линии для увеличения натуральной мощности от первоначального значения $P_{п1} = P_n$ до $P_{п2} = P$ согласно формуле (20) [9], имеем:

$$\frac{K_{ирм}}{\Delta K_{вл}} \approx \frac{k_{ирм} P_n}{75 K_{вл}} \left(\frac{P}{P_n} + 1 \right). \quad (26)$$

Отметим, что эксплуатационные расходы на обслуживание ВЛ и оборудование подстанций, в том числе и компенсирующих устройств, резко различны. Для учета этого различия вычислим приведенные затраты на сооружение и эксплуатацию линии и И.Р.М. Без учёта потерь энергии:

$$\Delta Z_{вл} = (E_n + p_{вл}) \Delta K_{вл} \quad (27);$$

$$Z_{ирм} = (E_n + p_{об}) K_{ирм} \quad (28)$$

где $p_{вл} = 0,028$ – амортизационные отчисления от капитальных вложений в линию; $p_{об} = 0,084$ – амортизационные отчисления от капитальных вложений в электрооборудование; $k_{ирм} = 2480$ руб/кВар – удельная стоимость И.Р.М. [3]. Тогда отношение приведенных затрат на сооружение и эксплуатацию И.Р.М. $Z_{ирм}$ и на увеличение натуральной мощности линии $\Delta Z_{вл}$ (без потерь энергии) будет:

$$\frac{Z_{ирм}}{\Delta Z_{вл}} = \frac{(E_n + p_{об})}{(E_n + p_{вл})} \frac{K_{ирм} P_n}{K_{вл}} \left(\frac{P}{P_n} + 1 \right) = \frac{(E_n + p_{об})}{(E_n + p_{вл})} \frac{K_{ирм}}{K_{вл}} (P + P_n). \quad (29)$$

Оно пропорционально отношению натуральной мощности линии к стоимости 1 км линии и линейно увеличивается при увеличении отношения (P/P_n) . Поскольку удельная стоимость И.Р.М., включая затраты на строительство и монтаж, мало изменяются при изменении класса напряжения, натуральная мощность линии увеличивается пропорционально квадрату напряжения, а стоимость линии увеличивается значительно медленнее, то отношение $(Z_{ирм}/\Delta Z_{вл})$ быстро растёт при увеличении класса напряжения. Как следует из проведенных расчётов и построенных на их основании линейных зависимостей $(Z_{ирм}/\Delta Z_{вл}) = f(P/P_n)$ (Рис. 2), для ВЛ-220 кВ отношение $(Z_{ирм}/\Delta Z_{вл}) > 1$. Это означает, что для ВЛ-

220 кВ и выше экономически целесообразнее передавать энергию в натуральном (либо донатуральном) режиме, чем создавать в энергосистеме дополнительные источники реактивной

мощности для компенсации потребления её линиями.

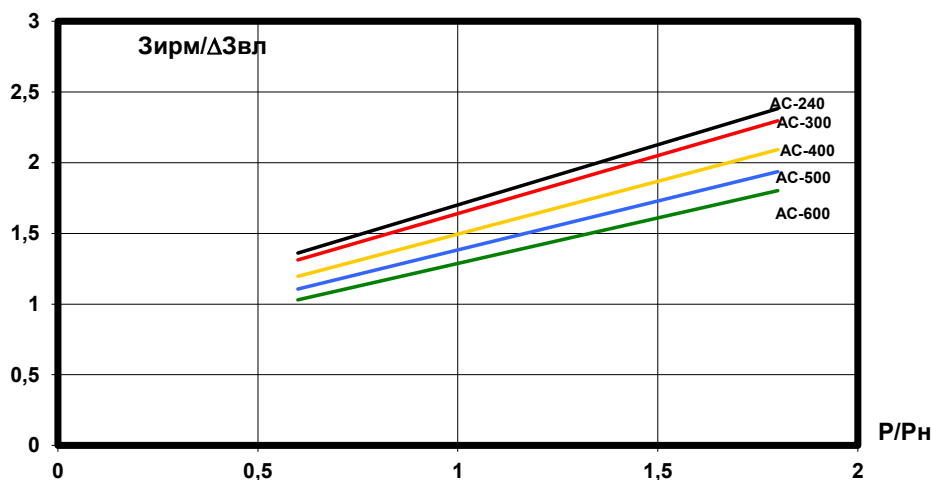


Рис. 2. Зависимости отношения стоимости ИРМ к приращению стоимости ВЛ-220 кВ от отношения передаваемой к натуральной мощности.

Следует обратить внимание на то, что различие затрат на И.Р.М. и на увеличение натуральной мощности линии, в том числе и на сооружение ВЛ повышенной натуральной мощности ПНМ настолько велико, что возможные погрешности оценок стоимостных показателей и их изменения не повлияют на этот общий вывод.

Сооружение линий повышенной натуральной мощности, преследует цель увеличения пропускной способности ВЛ или электропередачи в целом за счёт снижения её волнового сопротивления, связанного с конструкцией линии следующим соотношением [7, 8, 9, 10]:

$$Z_B = 138 \cdot \lg \frac{D_0}{r_3} \quad (30)$$

Отсюда следует, что снизить значение волнового сопротивления можно или за счет увеличения радиуса эквивалентного провода r_3 (изменения конструкции фазы), или за счет уменьшения расстояния между фазами D_0 .

Использование расщепленных проводов приводит к снижению волнового сопротивления из-за значительного увеличения радиуса эквивалентного провода. Для линий с одиночными проводами среднее значение волнового сопротивления равно примерно 400 Ом. При двух проводах в фазе оно составляет 310 Ом [9, 11]. Таким образом, расщепление проводов можно рассматривать не только как средство снижения напряженности электрического поля на поверхности одиночного провода, но и как возможность повышения пропускной способности линии.

Уменьшение расстояния между фазами также приводит к уменьшению волнового сопротивления линии. Наименьшие допустимые расстояния между

проводами отдельных фаз, при их горизонтальной подвеске зависят от стрелы провеса и определяются [12].

Обоснование экономической эффективности ВЛ с повышенной P_n , основывается на том, что повышение натуральной мощности ВЛ, достигаемое за счёт увеличения числа проводов в фазе и их шага расщепления, при одновременном уменьшении междуфазного расстояния, обеспечивается при существенно меньшей стоимости дополнительного киловатта натуральной мощности линии:

$$\frac{\Delta K_{\text{пнм}}}{\Delta P_n} = \frac{K_{\text{пнм}} - K_{\text{тр}}}{P_{\text{н.пнм}} - P_{\text{н.тр}}} \quad (31)$$

по сравнению со стоимостью киловатта натуральной мощности традиционной ВЛ $K_{\text{тр}}/P_{\text{н.тр}}$,

где $K_{\text{тр}}$, $K_{\text{пнм}}$ – стоимость сооружения 1 км традиционной ВЛ и ВЛ с повышенной P_n , имеющих натуральную мощность соответственно $P_{\text{н.тр}}$ и $P_{\text{н.пнм}}$. Соотношение:

$$\alpha = \frac{\Delta K_{\text{пнм}}}{\Delta P_n} \bigg/ \left(\frac{K_{\text{тр}}}{P_{\text{н.тр}}} \right), \quad (32)$$

как показывает анализ проработок института Энергосетьпроект и таблица 1, зависит от конструктивного выполнения опор и фазы, а также от расстояния между фазами. Так например, для ВЛ–220 кВ выполняемых на стальных одноцепных опорах, увеличение натуральной мощности до $1,29P_{\text{н.тр}}$, достигаемое за счёт использования конструкции фазы 2АС–300 вместо АС–600, соответствует удорожанию ВЛ примерно на 7,5 %, а значение относительной стоимости дополнительного 1 кВт натуральной мощности α составит порядка 0,261. Применение

ж.б. опор позволяет сблизить фазы до 7 м. Увеличение числа проводов фазы с 1-го до 2-х, при сохранении суммарного сечения, приводит к увеличению

натуральной мощности также на 29%, но при более низкой относительной стоимости дополнительного 1 кВт, составляющей порядка 0,253.

Таблица 1

Отношение затрат на ИРМ к приращению затрат на увеличение $P_{\text{нат. ВЛ}}$

N п/п	Марка провода Т традиц. В ВЛ-220 кВ со на ж.б./ст. опорах.	Расстоян. между фазами D, см	Марка про- вода ВЛ- 220 кВ с П.Н.М	Натурал мощ-сть т традиц. В ВЛ-220 кВ, кВт.	Натурал. мощ-сть - ВЛ-220 кВ с П.Н.М, кВт.	Относит. стоимость дополнит. 1 кВт натуральной мощности для ж.б./ст. опор α
1	<u>AC-240</u> AC-240	859	2AC-120 2AC-120	130124	171370	0,237/0,237
		818		130986	172869	0,235/0,235
		757		132387	175317	0,231/ -
		696		133942	178054	0,228/ -
2	<u>AC-300</u> AC-300	859	2AC-150	132303	177343	0,242/0,242
		818		133194	178949	0,240/0,240
		757		134643	181574	0,237/ -
		696		136252	184511	0,233/ -
3	<u>AC-400</u> AC-400	859	2AC-240	135222	177344	0,514/0,399
		818		136153	178949	0,509/0,395
		757		137667	181574	0,502/-
		696		139349	184511	0,494/-
4	<u>AC-500</u> AC-500	859	2AC-240	137576	177344	0,193/0,219
		818		138540	178949	0,191/0,217
		757		140108	181574	0,188/ -
		696		141851	184511	0,185/ -
5	<u>AC-500</u> AC-500	859	2AC-300	137576	179356	0,566/0,439
		818		138540	180998	0,561/0,435
		757		140108	183684	0,553/ -
		696		141851	186690	0,544/ -
6	<u>AC-600</u> AC-600	859	2AC-300	139561	179356	0,263/0,263
		818		140553	180998	0,261/0,261
		757		142167	183684	0,257/ -
		696		143962	186690	0,253/ -

Как следует из таблицы 1, с изменением сечения составляющих проводов в фазе, скорость нарастания параметра α для ж.б. опор выше чем для стальных опор. В целом, оценивая всё возможное многообразие конструктивных решений ВЛ повышенной пропускной способности при увеличении натуральной мощности $P_{\text{н.п.м.}}$ в пределах $1,2-1,4 \cdot P_{\text{н.тр.}}$, соотношение α может находиться в пределах 0,18 – 0,54 [6].

Как правило, линии электропередач напряжением 220 кВ в электросетевом строительстве сооружаются одиночными проводами. Однако, как доказано выше, увеличить натуральную мощность линии до уровня передаваемой и отказаться от источников реактивной мощности выгодней, чем передавать по линии мощность превышающую натуральную, и компенсировать потребляемую линией реактивную мощность соответствующими источниками И.Р.М. Одним из способов увеличения натуральной мощности линий электропередачи, является применение расщеплённых проводов в фа-

зах. Это позволяет не только снизить затраты на передачу повышенной натуральной мощности, но и снизить потери электроэнергии на корону.

Определим величину токовой нагрузки ВЛ-220 кВ, при которой будет рекомендовано расщепление фазных проводов различных сечений на две составляющие. Исходными данными для выбора такой конструкции фазы являются: передаваемая по линии мощность P , класс напряжения электропередачи $U_{\text{ном}}$, климатические и технико-экономические характеристики района прохождения трассы линии, а также удельные стоимости реакторов и источников ИРМ.

Приведенные затраты на сооружение и эксплуатацию линии и И.Р.М. Без учёта потерь энергии будут:

$$Z_{\text{в.л.ирм}} = (E_n + p_{\text{вл}})K_{\text{вл}} + (E_n + p_{\text{об}})K_{\text{ирм}}; \quad (33)$$

Увеличение капитальных затрат на сооружение 1 км линии при увеличении числа составляющих в фазе с n_1 до n_2 , при неизменном суммарном сечении проводов фаз может быть оценено по приближённой формуле [4, 5]:

$$\Delta K_{\text{вл}} = K_{\text{вл}} \cdot 0,075 \cdot \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right). \quad (34)$$

Тогда, величина суммарных приведенных затрат на сооружение и эксплуатацию линии с расщеплённой фазой на две составляющих с учётом наличия шунтирующих реакторов будет:

$$Z_{\text{вл.р.}} = 1,075 \cdot K_{\text{вл}} \cdot (E_{\text{н}} + p_{\text{вл}}) + K_{\text{р}} \cdot P_{\text{н}} \cdot \frac{1}{1000} \cdot (E_{\text{н}} + p_{\text{об}}). \quad (35)$$

Здесь $k_{\text{нрм}} = 2480$ руб/кВар – удельная стоимость И.Р.М.; $k_{\text{р}} = 409,8$ р/кВар – удельная стоимость шунтирующих реакторов; l – развёрнутая длина воздушной линии [3].

Ток нагрузки воздушных линий при котором целесообразен переход от ВЛ с одиночными проводами к ВЛ с расщеплённой фазой, называемый **критическим током перехода** $I_{\text{кр.пер.}}$, определяется передаваемой мощностью и может быть найден путём технико-экономического сравнения приведенных затрат двух вариантов сооружения электропередачи. Приравняв правые части уравнений (33) и (35) имеем:

$$\begin{aligned} (E_{\text{н}} + p_{\text{вл}}) \cdot K_{\text{вл}} + (E_{\text{н}} + p_{\text{об}}) \cdot K_{\text{нрм}} \\ = 1,075 \cdot K_{\text{вл}} \cdot (E_{\text{н}} + p_{\text{вл}}) + K_{\text{р}} \cdot P_{\text{н}} \cdot \frac{1}{1000} \times \\ (E_{\text{н}} + p_{\text{об}}) \end{aligned} \quad (36)$$

Подставляя значение выражения для $K_{\text{нрм}}$ из (25) в (36) и решая полученное уравнение относительно $I_{\text{кр.}}$ получаем:

$$I_{\text{кр.пер.}} = \frac{P_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} \cdot \sqrt{\frac{(0,0698 \cdot Z'_{\text{вл.р.}} + Z_{\text{р}}) \cdot k_{\text{р}}}{Z_{\text{р}} \cdot k_{\text{нрм}}} + 1}, \quad (37)$$

где: $Z'_{\text{вл.р.}}$ – приведенные затраты на сооружение и эксплуатацию линии единичной длины с расщеплённой фазой без учёта шунтирующих реакторов:

$$Z'_{\text{вл.р.}} = 1,075 \cdot K_{\text{вл}} \cdot (E_{\text{н}} + p_{\text{вл}}), \quad (38)$$

$Z_{\text{р}}$ – приведенные затраты на сооружение и эксплуатацию шунтирующих реакторов будут:

$$Z_{\text{р}} = \frac{k_{\text{р}} \cdot P_{\text{н}} \cdot (E_{\text{н}} + p_{\text{об}}) \cdot \omega}{v_{\text{в}}}. \quad (39)$$

Таким образом, как это следует из (37) критический ток перехода зависит от номинального напряжения, коэффициента мощности, отношения $k_{\text{р}}/k_{\text{нрм}}$ удельных капиталовложений в сооружаемую линию и натуральной мощности линии, которая в свою очередь является функцией номинального напряжения, конструкции и геометрических размеров опоры и линии в целом. Так, согласно [4], для линий с треугольным расположением фаз натуральная мощность равна:

$$P_{\text{н}} = \frac{U_{\text{фн}}^2}{20 \cdot \ln \frac{\sqrt{2} \cdot D_0}{r_{\text{э}}} \cdot 6 \sqrt{1 - \left(\frac{\Delta H}{D_0} \right)}} \quad (40)$$

Варьируя междофазные расстояния и эквивалентный радиус расщепления проводов, можно регулировать критический ток рекомендуемого перехода к применению в линии электропередачи расщеплённой фазы.

На рис. 3 и рис. 4 построены зависимости критического переходного тока от среднегеометрического расстояния между фазами и натуральной мощности линии соответственно, для ВЛ выполненных различными сечениями сталеалюминевых проводов. Построенные на рис. 3 зависимости представляют собой практически прямые линии, из которых следует, что чем больше среднегеометрическое расстояние между фазами и меньше сечение фазных проводов, тем меньше критический ток перехода к исполнению ВЛ расщеплёнными проводами, что связано с тем, что при увеличении расстояния между фазами натуральная мощность линии, согласно (30) и (40) снижается.

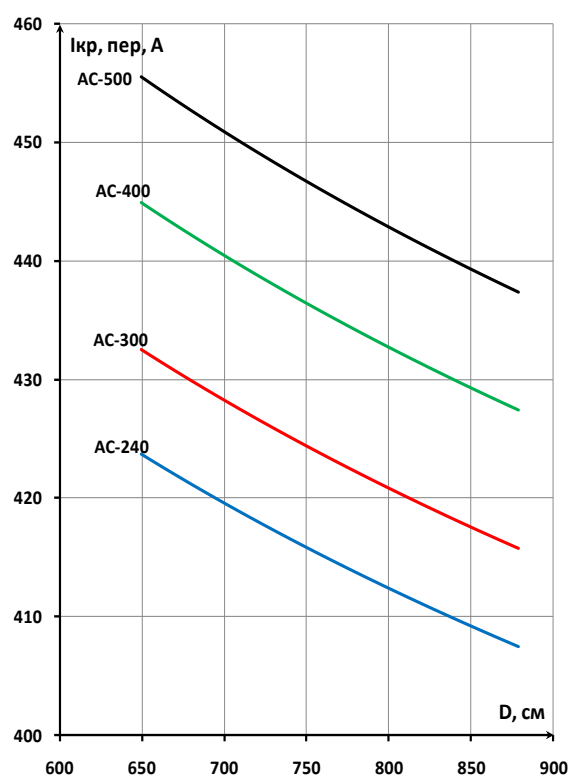


Рис. 3. Зависимость значений критических переходных токов от расстояния между проводами линий

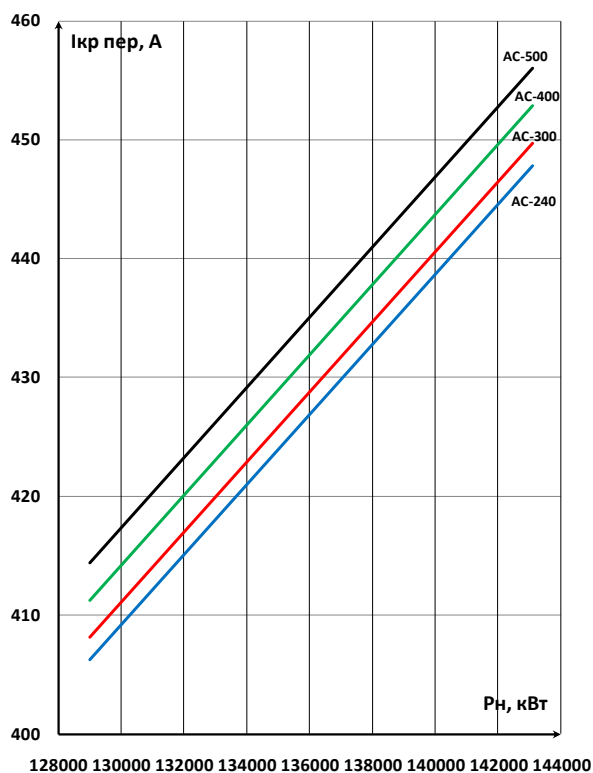


Рис. 4. Зависимости критических переходных токов от натуральной мощности для ВЛ-220 кВ, сооружаемых на ж/б опорах сталеалюминиевыми проводами.

Таким образом, задавшись натуральной мощностью линии или среднегеометрическим расстоянием между фазными проводами, легко определить критический ток нагрузки линии, при котором будет рекомендовано расщепление проводов.

На основании зависимости (1), с учётом формул (37) и (40) произведены расчёты и на рис. 5 построены зависимости приведенных затрат от тока

нагрузки линии $3=f(I)$. Вертикальный перепад графика приведенных затрат соответствует скачкообразному увеличению затрат в результате расщепления фазы на две составляющих, при достижении нагрузки линии значения соответствующего критическому переходному току.

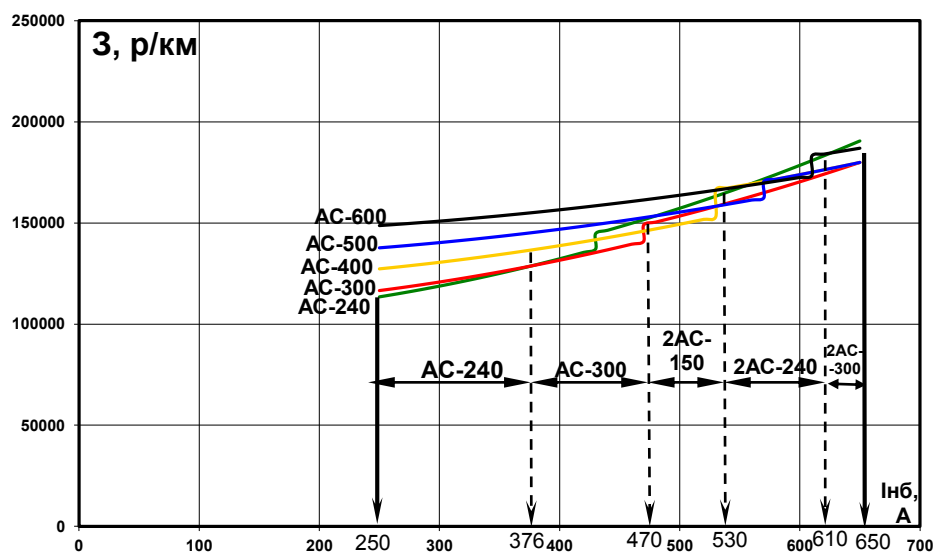


Рис.5 Экономические интервалы для одноцепной ВЛ-220 кВ, сооружаемой на железобетонных опорах в 1-м и 2-м районах гололедности, с учетом необходимости расщепления провода фазы

Из построенных на рис. 5 экономических интервалов следует, что применение расщеплённых проводов для ВЛ-220 кВ, сооружаемых в 1-ом и 2-ом районах гололёдности на ж.б. опорах, оправдано для линий с низким значением τ . Так, например, при $\tau=1585$ ч. (рис. 5), на токовом интервале 250 – 376 А, экономически будет целесообразно применять одиночные провода марки АС-240, а не расщеплённые 2АС-120; кроме того, конструкция 2АС-120 должна быть исключена из-за ограничений, накладываемых по условию механической надёжности проводов [5]. По этой причине для ВЛ-220 кВ и выше не рекомендуется применять конструкции фаз с сечениями составляющих менее 150 мм². На токовом интервале 376 – 470 А следует использовать провод АС-300, который при токе нагрузки 470 А подлежит расщеплению на 2АС-150, что приведёт к увеличению натуральной мощности линии и, как следствие, к снижению затрат на компенсирующие устройства и другие мероприятия, необходимые для достижения того же эффекта, что и в варианте применения традиционных ВЛ. При нагрузке 530 – 610 А, в следствии узости экономических интервалов для проводов АС-400 и АС-500, по соображениям приведенным выше, будет целесообразным применение расщеплённого провода 2АС-240, а на интервале 610 – 650 А теоретически должен быть использован расщеплённый провод 2АС-300 вместо одиночного АС-600; однако в условиях рабочего проектирования, при выборе конструкций фаз, должны быть проведены дополнительные технико-экономические расчёты.

Для более полной реализации предложенной методики отыскания оптимальных условий применения ВЛ-220 кВ с расщеплённой фазой предлагается:

- рассчитать оптимальный ток перехода для других применяемых номинальных напряжений и построить экономические интервалы выбора сечений проводов ВЛ для больших значений τ , с учётом возможности расщепления фазы или применения дополнительных источников реактивной мощности.

4. Выводы.

Исходя из сказанного и принимая во внимание эксплуатационные преимущества традиционных ВЛ-220 кВ, выполняемых с одиночными проводами, можно считать, что

1) Область эффективного применения ВЛ-220 кВ с расщеплённой фазой, взамен установки дополнительных источников реактивной мощности, эффективна для линий с малой плотностью графика нагрузки и масштабы их применения не превысят единиц процентов от общего объёма сооружаемых ВЛ этого напряжения. Вместе с тем, указанные ВЛ-220 кВ могут оказаться эффективными вместо сильно загруженных протяженных линий.

2) Эффективность применения ВЛ-220 кВ с расщеплённой фазой зависит от проводимой в

стране тарифной политики и общей экономической ситуации.

3) Критический ток перехода зависит от геометрических размеров линии, сечения применяемых проводов, класса напряжения, соотношения стоимости реакторов и источников ИРМ, а также климатических и технико-экономических характеристик района прохождения трассы линии и не зависит от длины ЛЭП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Блок В.М. “Электрические сети и системы” Учебное пособие для студентов электроэнергетических специальностей вузов. М.: “Высшая школа” 1986 г. – 430 с.
2. Федотов А.И., Геркусов А.А. Модернизация метода экономических интервалов при выборе сечений проводов воздушных линий электропередачи / Известия вузов. Проблемы энергетики. – 2003. – № 1-2. – С. 136 – 140.
3. Г.Н. Александров “Установки сверхвысокого напряжения и охрана окружающей среды” Л., Энергоатомиздат, 1989 г. – 360 с.
4. Г.Н. Александров “Передача электрической энергии переменным током” М.: Знак, 1998 г. – 271 с.
5. Г.Н. Александров и др. “Проектирование линий электропередачи сверхвысокого напряжения” СПб.: Энергоатомиздат, 1993 г. – 560 с.
6. Геркусов А. А. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук «Оптимизация параметров и режимов электропередач в системах электроснабжения» Казань 2004 г. – 162с.
7. Зевин А.А., Кузнецова Л.Е., Ли Хай Бо, Тихоходеев Н.Н. Новое поколение воздушных линий электропередачи 110-500 кВ с уменьшенными потерями / Российский национальный симпозиум по энергетике. Сборник докладов. Т. II. – Казань, 2001. – С. 23-27.
8. Рыжов Ю.П. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения. Учебник для ВУЗОВ. Москва, ЗАО «Издательский дом МЭИ» 2007 г. 487с.
9. Поспелов Г.Е. Федин В.Т. Передача энергии и электропередачи. Уч. пособие. Минск “Адукацыя і выхаванне” 2003 г. 543 с.
10. Александров Г.Н. Оптимизация конструкции воздушных линий электропередачи повышенной натуральной мощности // Электричество 1993. №1. С. 1-9.
11. Александров Г.Н. Природа реактивной мощности линий электропередачи // Труды СПбГТУ. 2006, №3. С. 100-109.
12. Правила устройства электроустановок 6-е издание Москва.: Энергоатомиздат 1985 г. – 630 с.
13. Новые средства передачи электроэнергии в энергосистемах / под ред. Г.Н. Александрова. Л.: ЛГУ, 1987 г. 231с

SYNTHESIS OF THE DEAXIAL CRIMPED-CLEAR MECHANISM BY THE FULL NUMBER OF PARAMETERS

Drakunov A.

*Associate researcher of the project,
Institute of Mechanics and Engineering,
Kazakhstan, Almaty*

Drakunov Yu.

*Project Manager, Doctor of Technical Sciences,
Institute of Mechanics and Engineering,
Kazakhstan, Almaty*

СИНТЕЗ ДЕЗАКСИАЛЬНОГО КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА ПО ПОЛНОМУ ЧИСЛУ ПАРАМЕТРОВ

Дракунов А.Ю.

*Младший научный сотрудник проекта,
Институт механики и машиноведения, Казахстан, Алматы*

Дракунов Ю.М.

*Руководитель проекта, доктор технических наук,
Институт механики и машиноведения, Казахстан, Алматы*

Abstract

The paper considers the problem of interpolation and quadratic synthesis of a desaxial crank-slider mechanism according to the total number of parameters and reduces to solving a system of linear equations with parameters and a cubic equation. The problem is solved in the Maple system of analytical calculations and can be used in designing various mechanisms.

Аннотация

В работе рассмотрена задача интерполяционного и квадратичного синтеза дезаксиального кривошипно-ползунного механизма по полному числу параметров и сводится к решению системы линейных уравнений с параметрами и кубического уравнения. Задача решена в системе аналитических вычислений Maple и может быть использована при проектировании различных механизмов.

Keywords: mechanism, synthesis, deviations, system of equations, interpolation, reference points, assembly mechanisms, roots of a polynomial.

Ключевые слова: механизм, синтез, отклонения, система уравнений, интерполяция, опорные точки, сборки механизма, корни полинома.

Введение. При синтезе передаточного кривошипно-ползунного механизма иногда ставится задача точного интерполирования по 5 положениям входного и выходного звеньев [1,2]. В этом случае получается задача синтеза по полному числу параметров. Если задано больше 5 положений механизма, то в качестве опорных точек могут быть выбраны положения механизма, взятые через одно или два положения. Например, для 10 положений механизма можно принять за опорные точки φ_i, S_i , $i = 1, 3, 5, 7, 9$, а для 15 – положений принять значения $\dot{i}$, взятые уже через два и т.д. Отклонения от заданных положений в промежуточных положениях механизмов будут, очевидно, так же малы в силу непрерывности и гладкости кинематических

функций [3]. Кроме того, выбором опорных точек можно управлять и свести нашу задачу к задаче квадратичного или наилучшего приближения. Таким образом, получаем минимизацию функции отклонения от заданных положений механизма, в общем случае от 5 искоемых параметров и 5 положений, т.е. определению 10 параметров [4].

1. Интерполяционный синтез механизма. На рисунке 1 изображен передаточный кривошипно-ползунный механизм. Необходимо определить 5 искоемых параметров механизма a, b, e и α_0, S_0 , отвечающие за размеры и начало отсчета положений механизма.

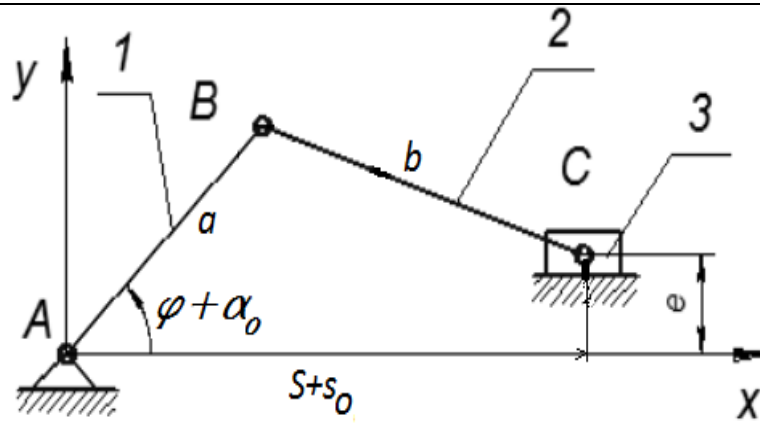


Рис. 1. Кривошипно-ползунный механизм

Пусть заданы 5 положений входного 1 и выходного 3 звеньев механизма $\varphi_i, S_i, i = 1, \dots, 5$. $\varphi_1 = \psi_1 = 0$. Для квадрата длины шатуна можно записать следующие 5 уравнений

Причем можно для определенности положить

$$b^2 = a^2 + e^2 + s_0^2 + S_k^2 + 2s_0S_k - 2a(s_0 + S_k)\cos(\varphi_k + \alpha_0) - 2ae\sin(\varphi_k + \alpha_0), \quad k = 1, 2, \dots, 5 \quad (1)$$

При $k = 1$ можно получить формулу для определения длины шатуна b , выраженную через искомые параметры

$$b = \sqrt{a^2 + c^2 + e^2 + s_0^2 - 2as_0\cos(\alpha_0) - 2ae\sin(\alpha_0)} \quad (2)$$

Преобразуем уравнение (1) к следующему виду

$$p_1 + p_2S_k\cos\varphi_k + p_3S_k\sin\varphi_k + p_4\cos\varphi_k + p_5\sin\varphi_k = \frac{1}{2}S_k^2 + s_0S_k \quad (3)$$

Здесь введены обозначения

$$\begin{aligned} 2p_1 &= b^2 - a^2 - e^2 - s_0^2, \quad p_2 = a\cos\alpha_0, \quad p_3 = -a\sin\alpha_0, \\ p_4 &= as_0\cos\alpha_0 + ae\sin\alpha_0, \quad p_5 = -as_0\sin\alpha_0 + ae\cos\alpha_0 \end{aligned} \quad (4)$$

Из выражений (4) можно записать уравнения связей параметров

$$p_4 = p_2s_0 - p_3e, \quad p_5 = p_2e + p_3s_0 \quad (5)$$

Исключая из системы (5) параметр e получим одно уравнение связей

$$s_0(p_2^2 + p_3^2) = p_2p_4 + p_3p_5 \quad (6)$$

Запишем систему (3) в матричной форме

$$A \cdot P = B \cdot Q, \quad (7)$$

где введены следующие матрицы

$$A = \begin{bmatrix} 1 & S_1\cos\varphi_1 & S_1\sin\varphi_1 & \cos\varphi_1 & \sin\varphi_1 \\ 1 & S_2\cos\varphi_2 & S_2\sin\varphi_2 & \cos\varphi_2 & \sin\varphi_2 \\ 1 & S_3\cos\varphi_3 & S_3\sin\varphi_3 & \cos\varphi_3 & \sin\varphi_3 \\ 1 & S_4\cos\varphi_4 & S_4\sin\varphi_4 & \cos\varphi_4 & \sin\varphi_4 \\ 1 & S_5\cos\varphi_5 & S_5\sin\varphi_5 & \cos\varphi_5 & \sin\varphi_5 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0.5S_1^2 & S_1 \\ 0.5S_2^2 & S_2 \\ 0.5S_3^2 & S_3 \\ 0.5S_4^2 & S_4 \\ 0.5S_5^2 & S_5 \end{bmatrix}, \quad (8)$$

$$P = [p_1 \ p_2 \ p_3 \ p_4 \ p_5]^T, \quad Q = [1 \ s_0]^T$$

Решение системы (7) можно записать

$$P = (A^{-1}B) \cdot Q \quad (9)$$

Или это же можно записать в иной форме

$$p_i = A_i + B_i s_0, \quad i = 1, 2, \dots, 5 \quad (10)$$

Подставим (10) в уравнение связи (6), после чего получим одно уравнение относительно S_0

$$s_0[(A_2 + B_2 s_0)^2 + (A_3 + B_3 s_0)^2] = (A_2 + B_2 s_0)(A_4 + B_4 s_0) + (A_3 + B_3 s_0)(A_5 + B_5 s_0) \quad (11)$$

Уравнению (11) является уравнением 3-ей степени относительно переменной S_0 , которое запишем в следующем виде

$$\Lambda_3 s_0^3 + \Lambda_2 s_0^2 + \Lambda_1 s_0 + \Lambda_0 = 0 \quad (12)$$

Здесь $\Lambda_i = \Lambda_i(A_j, B_j)$, $i = 0, 1, 2, 3$, $j = 1, 2, \dots, 5$

Определив из (12) $s_{0,k}$, $k = 1, 2, 3$ а затем из формул (10) найдем p_i , $i = 1, 2, \dots, 5$. Искомые параметры механизма можно найти из формул (4) и (5) с помощью следующих соотношений

$$a = \sqrt{p_2^2 + p_3^2}, \alpha_0 = \arctg\left(\frac{-p_3}{p_2}\right), e = \frac{p_2 p_5 - p_3 p_4}{a^2}, b = \sqrt{a^2 + e^2 + 2p_1 + s_0^2} \quad (13)$$

Для получения условия работы механизма в одной сборке необходимо продифференцировать (1) по выходной координате S_k

$$E(k) = a \cos(\varphi_k + \alpha_0) - S_k - s_0, \quad k = 1, \dots, 5 \quad (14)$$

и проверить неизменность знака $E(k)$ для всех заданных положений механизма.

Вывод и решение всех вышеприведенных уравнений полностью автоматизирован в системе аналитических вычислений Maple и Python [5,6].

Пример. Для 5 положений механизма $\varphi_1 = 0^\circ, S_1 = 0.095, \varphi_2 = 80^\circ, S_2 = 0.16$,

$\varphi_3 = 160^\circ, S_3 = 0.29, \varphi_4 = 240^\circ, S_4 = 0.23, \varphi_5 = 320^\circ, S_5 = 0.115$, показанных на рис. 2 в виде точек. Далее проведен синтез механизма и получены три корня кубического уравнения (12) $[s_0 = 0.09171824813]; [s_0 = -0.1934270896]; [s_0 = -0.4642441102]$.

Затем были определены искомые параметры приемлемого варианта механизма $\alpha_0 = -2.925681$, $a = 0.097982$, $s_0 = 0.091718$, $e = 0.060350$, $b = 0.2939057$. На том же рисунке показан график функции положения полученного механизма, как мы видим, кривая в точности проходит через заданные положения. На рис. 3 показан спроектированный механизм и картина его положений для этого варианта.

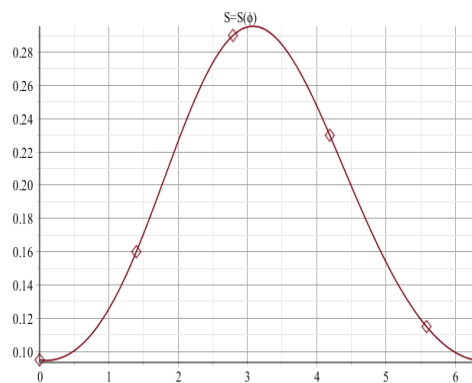


Рис. 2. Функция положения

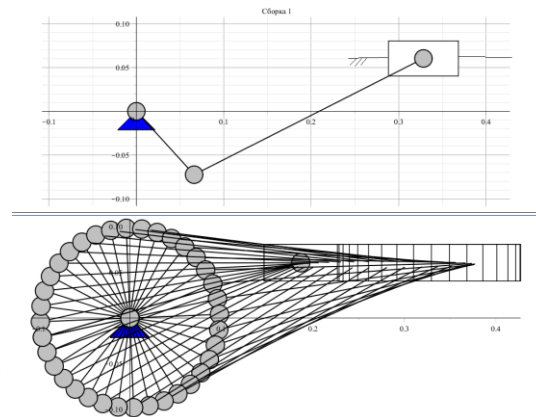


Рис. 3. Механизм и картина его положений

2. Квадратичный синтез механизма. Для той же задачи пусть заданы N положений механизма φ_i, S_i , $i = 1, 2, \dots, N$. Перепишем уравнение (3) аналогично для $k = 1, 2, \dots, N$

$$p_1 + p_2 S_k \cos \varphi_k + p_3 S_k \sin \varphi_k + p_4 \cos \varphi_k + p_5 \sin \varphi_k = \frac{1}{2} S_k^2 + s_0 S_k \quad (15)$$

Параметры p_i и уравнения связей имеют тот же самый вид (4) и (5).

Запишем систему (15) в матричной форме

$$A \cdot P = B \cdot Q, \quad (16)$$

где введены следующие матрицы

$$A = \begin{bmatrix} 1 & S_1 \cos \varphi_1 & S_1 \sin \varphi_1 & \cos \varphi_1 & \sin \varphi_1 \\ 1 & S_2 \cos \varphi_2 & S_2 \sin \varphi_2 & \cos \varphi_2 & \sin \varphi_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & S_{N-1} \cos \varphi_{N-1} & S_{N-1} \sin \varphi_{N-1} & \cos \varphi_{N-1} & \sin \varphi_{N-1} \\ 1 & S_N \cos \varphi_N & S_N \sin \varphi_N & \cos \varphi_N & \sin \varphi_N \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0.5 S_1^2 & S_1 \\ 0.5 S_2^2 & S_2 \\ \vdots & \vdots \\ 0.5 S_{N-1}^2 & S_{N-1} \\ 0.5 S_N^2 & S_N \end{bmatrix},$$

$$P = [p_1 \ p_2 \ p_3 \ p_4 \ p_5]^T, \quad Q = [1 \ s_0]^T \quad (17)$$

Решение системы (15) можно записать

$$P = ((A^T A)^{-1} A^T B) \cdot Q \quad (18)$$

Или это же можно записать в иной форме

$$p_i = A_i + B_i s_0, \quad i = 1, 2, \dots, 5 \quad (19)$$

Подставим (19) в уравнения связей (6), после чего получим уравнение 3-ей степени относительно s_0 , которое запишем в следующем виде

$$\Lambda_3 s_0^3 + \Lambda_2 s_0^2 + \Lambda_1 s_0 + \Lambda_0 = 0, \quad (20)$$

а искомые параметры вычисляются по тем же формулам (13).

Пример. Для 10 положений механизма, заданных с помощью таблицы 1, решить задачу синтеза. В эту таблицу входят так же данные из предыдущего примера. После решения задачи синтеза механизма, были найдены 3 корня кубического уравнения $[s_0 = 0.086999801], [s_0 = -0.1925121054], [s_0 = -0.4634667831]$.

Таблица 1

Параметры	Номер положения (i)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
φ_i	0°	40°	80°	120°	160°	200°	240°	280°	320°	350°
S_i	0.095	0.1	0.16	0.235	0.29	0.29	0.23	0.163	0.115	0.095

По формулам (13) были найдены искомые параметры механизма

$$\alpha_0 = -2.9944768, \quad a = 0.100558, \quad s_0 = 0.0869998, \quad e = 0.042137, \quad b = 0.2865328$$

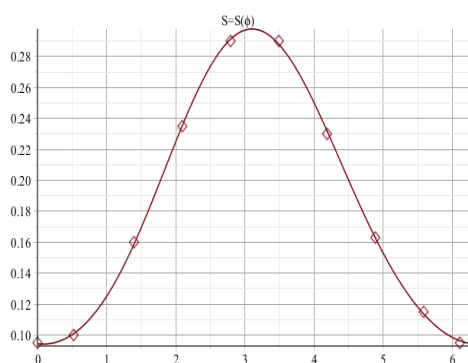


Рис. 6. Функция положений

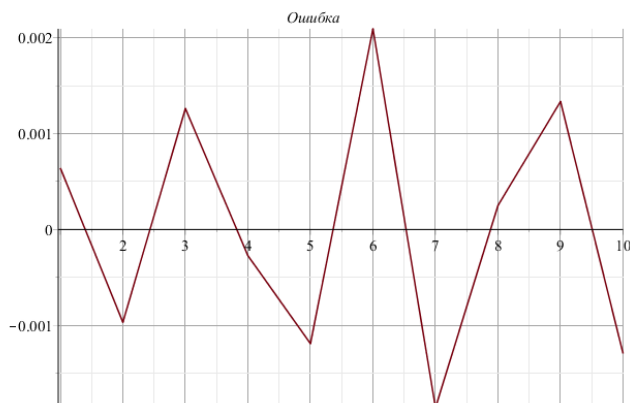


Рис. 7. Отклонения от табличных значений

На рис. 6 изображен график функции положения механизма и табличные данные, а на рис. 7 отклонения положений механизма от табличных значений. На последнем рис. 8 изображен спроектированный механизм и его картина положений.

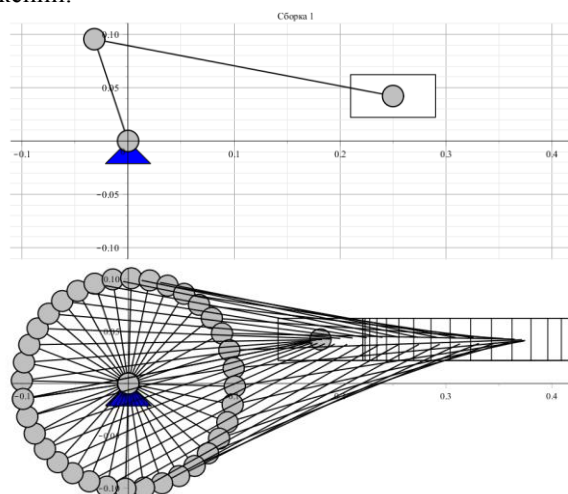


Рис. 8. Спроектированный механизм и его картина положений

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Саркисян Ю.Л. Аппроксимационный синтез механизмов. М.: Наука, 1982, 304с.
2. Кинематика, динамика и точность механизмов: Справочник / Г. В. Крейнин, А. П. Бессонов, В. В. Воскресенский и др.; Под ред. Г. В. Крейнина. Москва : Машиностроение, 1984. - 214с.
3. Артоболевский И. И. Синтез плоских механизмов/ И. И. Артоболевский, Н. И. Левитский, С. А. Черкудинов // М.: Физматиздат, 1959. -1084с.
4. Дракунов А.Ю., Дракунов Ю.М. Интерполяционный синтез механизма в системе Maple. // Проблемы механики современных машин: материалы VII Междунар. научн. конф. / Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2018. – Т.1. – с.29-32.
5. Дьяконов В. П. Maple 10/11/12/13/14 в математических расчетах. – М.: ДМК Пресс, 2011 – 800с.
6. Robert Johansson Numerical Python: A Practical Techniques Approach for Industry. Apress, 2015, 512p.

DEVELOPMENT OF NEW KNOTS OF THE SAFETY BLOCK OF VALVES OF THE GYRO-DRIVE OF THE MOUNTAIN-METALLURGICAL COMPLEX

Rotanov I.

North-Eastern State University

685000, Russia, Magadan Region, Magadan, Proletarskaya Street, 55

РАЗРАБОТКА НОВЫХ УЗЛОВ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО БЛОКА КЛАПАНОВ ГИДРОПРИВОДА ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Ротанов И.Г.

Северо-Восточный Государственный Университет

685000, РФ, Магаданская область, г.Магадан, ул. Пролетарская, 55

Abstract

In the process of designing a safety system, a number of problems arise related to the actual operation of machinery. The analysis of the problems of the resource of the hydraulic system led to modernization to improve the efficiency of the safety block. The introduction of additional stabilizing devices into the system allows reducing the number of negative properties of the hydraulic system.

Аннотация

В процессе проектирования предохранительной системы возникает ряд задач, связанных с реальной эксплуатацией техники. Анализ проблем ресурса гидравлической системы привел к модернизации для повышения эффективности предохранительного блока. Внедрение в систему дополнительных стабилизирующих аппаратов позволяет сократить число отрицательных свойств гидравлической системы.

Keywords: development of new knots of the safety block of valves of the gyro-drive of the mountain-metalurgical complex

Ключевые слова: разработка новых узлов предохранительного блока клапанов гидропривода горно-металлургических комплексов

Актуальностью разработанного метода является снижение параметра потока отказов горно-промышленной техники и горно-металлургических комплексов. Указанный способ выявлен из систематического анализа потоков отказа и разнообразных методов моделирования прогнозных сроков эксплуатации карьерного оборудования. Так же способ остается актуальным как для самоходных буровых машин, так и для погрузочно-доставочных машин, приводом исполнительных механизмов которых является гидравлическая жидкость.

Помимо не квалифицированной эксплуатации техники существуют и конструктивные особенности конструкций. Совокупность факторов, влияющих на работоспособность системы снижает ресурс деталей и узлов. Зачастую, результат этих воздействий не виден сразу, в качестве аварийной остановки техники, а несет в себе накопительный характер и приводит к постепенному износу.

Современная техника оснащается новыми системами электронного управления, что позволяет

сократить затраты на производство запасных частей, габаритные размеры, сократить общую массу машины. Но данное усовершенствование ведет к применению электро-магнитных клапанов, управляющих давлений и сокращению диаметров каналов. Что создает проблему пропускной способности и ресурса деталей.

Так, по результатам анализа, было выявлено, что в зависимости от режимов эксплуатации, элементы гидравлической системы отказывают в разном порядке. При температурах ниже -30°C , чаще всего выходят из строя рукава высокого давления, уплотнения гидравлических цилиндров и моторов. При продолжительной работе при температуре в промежутке с -30°C до -20°C , часто выходят из строя гидравлические насосы. Так же, в этом диапазоне температур, обнаружено кавитационное воздействие на гидравлические клапаны, резко снижающее их ресурс.

Причиной выхода из строя рукавов высокого давления, уплотнений гидравлических цилиндров и

моторов, является разница плотности гидравлической жидкости. Дело в том, что при запуске системы, новая порция жидкости от аксиально-поршневого насоса поступающая в полость исполнительных элементов, вытесняет предыдущую, имеющую несколько меньшую температуру и, как следствие, более плотную структуру. Эта холодная порция не успевает покинуть полость исполнительного органа через отверстие с определенным диаметром, ведущее к магистрали слива в гидравлический бак. В результате чего, в системе растет нагрузка на поверхности. Плотный, холодный поток жидкости прогревается в процессе попадания его в аксиально-поршневой насос и внутренних сопротивлений при сжатии. Но для достижения рабочей температуры требуется время. За это время исполнительные элементы подвергаются чрезмерным нагрузкам. Их слабым звеном являются уплотнения и рукава высокого давления.

При резком возрастании давления (например, при неквалифицированной работе оператора, аварийном или обеспечивающем безопасность персонала перемещении исполнительных органов), ресурс сокращается еще быстрее, либо приводит к моментальному выходу из строя.

Причиной выхода из строя гидравлических насосов является постоянное воздействие больших нагрузок, от чего возникают неравномерный нагрев конструкции. Полость плунжера при сжатии плотного потока нагревается, локально нагревая жидкость, покрывающую стенки плунжера. Этот тонкий слой в перегретом состоянии теряет смазывающие свойства и ведет к износу. Так же, нагретый и расширенный плунжер находится в холодном корпусе насоса, что сокращает зазоры сопряженных прецизионных пар и так же сокращает ресурс. В некоторых случаях, быстрый нагрев жидкости в холодном насосе ведет к его заклиниванию.

Кавитационное воздействие на гидравлические клапаны вызвано протеканием гидравлической жидкости через сужающееся отверстие клапана. Чрезмерно возросшее давление масла при прохождении через острые грани отверстия клапана вызывает образование газовых пузырьков и их схлопывании на поверхности. Такой эффект снижает ресурс узла.

Постепенное изнашивание сердечника гидравлического клапана приводит к его вибрации при работе. В блоках управления и распределения вибрация приводит к пульсации выходного потока. Возрастающее давление в полости исполнительных

органов принимает пульсирующий характер, усугубляя негативное воздействие. Резонанс поверхности от пульсации гидравлического масла под высоким давлением, в конечном итоге, приводит к выкрашиванию и образованию трещин поверхности.

Применение электро-магнитных клапанов и управляющего давления увеличивает вероятность выхода из строя элементов гидравлической системы. Т.к. сечение каналов управления малого диаметра, холодный поток гидравлической жидкости не может создать необходимых условий управления. Создаваемый «подпор» холодной жидкости челночных клапанов создает не своевременное включение исполнительных органов. Что может привести к аварийным ситуациям.

Как показывают результаты исследований, холодный поток гидравлической жидкости, крайне негативно влияет на состояние системы, снижая ее ресурс. Так же, при неквалифицированной работе оператора, аварийном или обеспечивающем безопасность персонала перемещении исполнительных органов, может привести к аварийному выходу из строя.

Необходимость минимизации негативного влияния холодной гидравлической жидкости вынуждает искать пути решения этой задачи. Что позволит сократить затраты, время простоев техники и увеличит степень безопасности проведения работ.

На сегодня есть несколько методов подогрева гидравлических систем. В их число входят тэны и тепловые кабели, дополнительные патрубки жидкостных подогревателей, термо-кожухи и т.д. Но все эти средства предназначены для нагрева гидравлической жидкости. Задачу можно решить внедрением в систему иных элементов, минимизирующих влияние высокого давления на детали системы. Так же это позволит обезопасить систему, исключая подогревающие элементы, питаемые высоким напряжением.

Помимо вышеперечисленных причин, был проведен анализ конструкции опытного предохранительного блока клапанов (рисунок 1). Итогом анализа стал проект доработки предлагаемой конструкции [1], позволяющий дополнять первоначальную схему дополнительными органами, стабилизирующими влияние работы гидравлической системы. В следствии, был спроектирован универсальный моноблок с каналами дополнительного оборудования, что необходимо для монтажа в разнообразные конструкции техники, эксплуатируемой предприятиями на сегодняшний день.

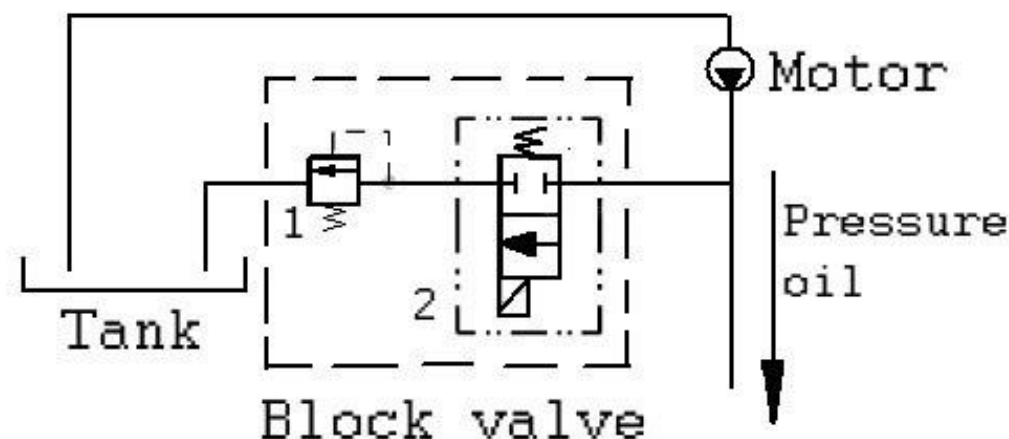


рис. 1. Принципиальная схема подключения в гидравлическую систему

Предохранительный блок органов, в свою очередь, увеличивает потенциал выпуска гидравлической жидкости, вновь поступающей в систему по средствам гидравлического насоса. Т.е., создавая временную дополнительную дренажную линию в системе.

Так же, более мягкую работу можно обеспечить добавлением нового элемента конструкции – азотного энергоаккумулятора. Он позволит снизить нагрузку при пульсирующей подаче гидравлической жидкости. Такая нагрузка возникает при неисправностях клапанов регулировки основного гидронасоса или блока клапанов-распределителей потока.

Как показывает практика, при эксплуатации техники, заправленной некачественным или загрязненным гидравлическим маслом, органы управле-

ния в первую очередь подвержены износу. Постепенное изнашивание влечет за собой вибрацию сердечника в прецизионной паре клапана. Что является причиной мелко-пульсирующей подачи жидкости.

Азотный энергоаккумулятор позволит свести к минимуму влияние паразитных факторов в самых уязвимых режимах работы. Таким образом, применение доработанного предохранительного блока избавит от влияния эксплуатационных факторов на работу системы.

Энергоаккумулятор необходимо устанавливать в систему после электромагнитного клапана (рисунок 2), управляемого по средствам термореле. Соответственно, перед предохранительным клапаном. Для исключения поглощения энергии жидкости при прогревом потока до рабочей температуры выше 0°C.

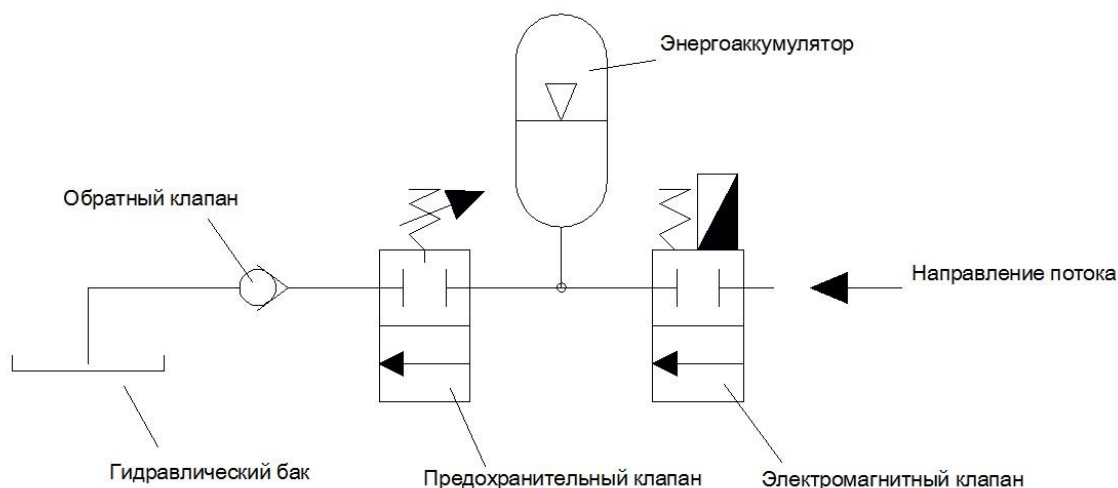


рис. 2 Принципиальная схема блока клапанов с энергоаккумулятором

Рабочую полость энергоаккумулятора необходимо заправлять азотом. Он обеспечит демпфирующее свойство аналогично кислороду. Данное правило необходимо соблюдать в целях обеспечения безопасности при эксплуатации машины. При прорыве уплотнения между двумя полостями энергоаккумулятора, происходит смешивание веществ.

При смешивании кислорода и гидравлической жидкости под давлением возможно возгорание. Поэтому заправлять следует соответствующим газом, строго в целях безопасности.

Для дальнейшего развития системы и интеграции в механизмы различных производителей, необ-

ходима разработка индивидуальных блоков с заводами производителями гидро-пневматического оборудования (рисунок 3).

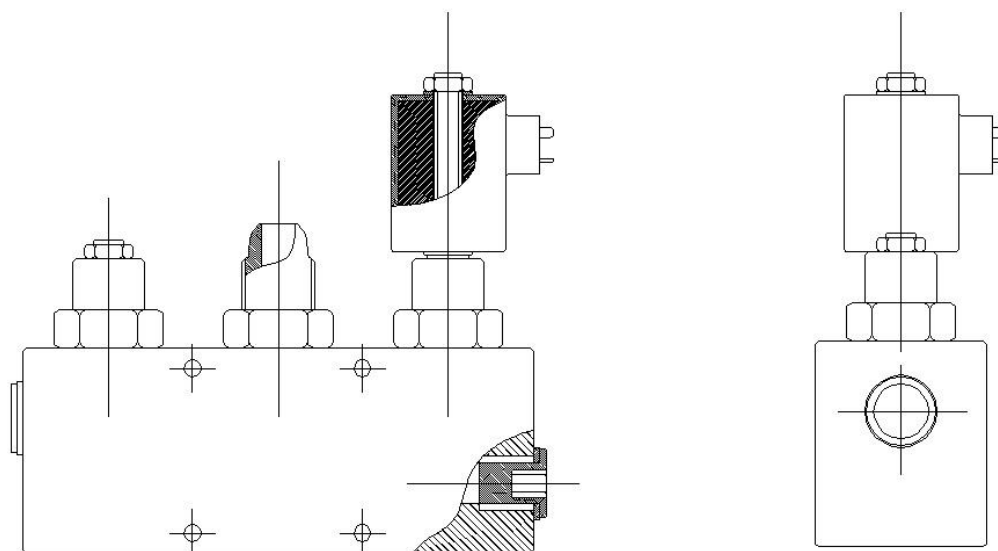


рис. 3 Чертеж моноблока предохранительных клапанов

Конструкция современных машин с гидравлическим оборудованием различна и имеет разные рабочие диапазоны. Данный факт влияет на размеры сечений каналов гидравлических магистралей и оборудования. Этот критерий и является основным для проектирования и изготовления рабочей модели моноблока. Наиболее часто используемые размеры каналов - 1/2", 5/8", 3/4", 1", 1-1/2", 1-3/4". Переходники любых размеров для монтажа моноблока доступны в продаже. Но, чтобы исключить эффект "дресселирования", необходимо изготовить моноблок с сечениями внутренних каналов, строго соответственно входных и выходных отверстий гидравлической системы агрегируемой машины. Следовательно, не возможно изготовить универсальный моноблок. Необходимо изготовить блоки для каждого из 6-и основных типоразмеров гидравлических систем различных машин. Относительно

этих параметров, выбирается общий размер моноблока и оснащается клапанами.

Более точные размеры конструкции необходимо проектировать совместно с заводом изготовителем комплектующих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ротанов И.Г. Инновационная разработка для горно-промышленной техники, работающей в тяжелых условиях Крайнего Севера // EastEuropeanScientificJournal, volume2,– 2016 - №7(11) – С.30-32.
2. Схиртладзе А.Г., Иванов В.И., Кареев В.Н. Гидравлика в машиностроении ч. 2 // Старый Оскол: ТНТ 2015 – Ч.2 – С.496.

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF FINISHING PROCESSING OF GEOMETRICALLY-COMPLEX PARTS LOOSE ABRASIVE**Skryabin V.***doctor of technical Sciences, Professor "Technology of mechanical engineering" (Penza, Russia)***Zotov E.***candidate of technical Sciences, associate Professor "Technology of mechanical engineering"**(Penza, Russia)***Yanbulatova L.***master of the Department "Technology of mechanical engineering» Penza state University (Penza, Russia)***Potogina E.***master of the Department "Technology of mechanical engineering» Penza state University (Penza, Russia)***Urozaev M.***master of the Department "Technology of mechanical engineering» Penza state University (Penza, Russia)***СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ
СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ НЕЗАКРЕПЛЕННЫМ АБРАЗИВОМ****Скрябин В.А.***доктор технических наук, профессор кафедры
«Технология машиностроения» (г. Пенза, Россия)***Зотов Е.В.***кандидат технических наук, доцент кафедры
«Технология машиностроения» (г. Пенза, Россия)***Янбулатова Л.И.***магистр кафедры «Технология машиностроения»
Пензенского государственного университета (г. Пенза, Россия)***Потогина Е.А.***магистр кафедры «Технология машиностроения»
Пензенского государственного университета (г. Пенза, Россия)***Урозаев М.А.***магистр кафедры «Технология машиностроения»
Пензенского государственного университета (г. Пенза, Россия)***Abstract**

The results of theoretical and experimental parameters of process of finish abrasive treatment of details are Expounded with profile, allowing to forecast the productivity and treatments of details. It is shown that the height of микровыступов of surface of abrasive particles on an order is higher than total thickness of lubricating that eliminates appearance of effect of "emerging" of abrasive grains and provides the set values of the productivity and quality of process of treatment.

Аннотация

Излагаются результаты теоретических и экспериментальных исследований параметров процесса финишной абразивной обработки деталей с различным профилем, позволяющие прогнозировать производительность и качество обработки деталей. Показано, что высота микровыступов поверхности абразивных частиц на порядок выше суммарной толщины смазочной пленки, что исключает появление эффекта «всплывания» абразивных зерен и обеспечивает заданные значения производительности и качества процесса обработки.

Keywords: Are Theoretical and experimental researches, process, finish abrasive treatment, abrasive particles, effect of productivity and quality.

Ключевые слова: Теоретические и экспериментальные исследования, процесс, финишная абразивная обработка, микровыступы, абразивные частицы, эффект всплывания, производительность и качество.

В настоящее время проблемным вопросом высокотехнологичного машиностроения является финишная обработка лопастей колеса турбины дизеля. Традиционными методами финишной обработки трудно или практически невозможно обеспечить заданную производительность и качественные параметры при обработке вышеуказанных деталей из труднообрабатываемых литейных

сплавов. Поэтому совершенствование технологии и оборудования при финишной обработке данных деталей является актуальной задачей.

Исследования процесса обработки лопастей колеса турбины (рисунок 1), осуществлялись на экспериментальной установке.



Рисунок 1 – Опытный образец детали (колесо турбины), использованный при проведении исследований.

Образцы колес турбокомпрессора изготавливались из жаропрочного труднообрабатываемого литейного сплава ЖСЗДК с твердостью 40...45 HRC и исходной шероховатостью поверхности $R_a = 2,5 \dots 3,2$ мкм. В качестве абразивной среды использовался порошок электрокорунда титанистого марки 37A125 различных зернистостей и объемной влажностью 20%. Жидкой составляющей среды служил 2% -ный водный раствор тринатрийфосфата. Предварительные экспериментальные иссле-

дования показали, что в случае применения абразивной сред зернистостью 0,8 мм достигается высота неровностей в диапазоне $R_a = 0,8 \dots 0,63$ мкм. Данная шероховатость была получена при следующих значениях технологических режимов: Скорость резания $V=0,6$ м/с; давление уплотненного шлифовального материала на поверхность детали - $P = 0,15$ МПа; время обработки $t = 10$ мин.

Общий вид экспериментальной установки представлен на рисунке 2[3].



Рисунок 2 – Общий вид варианта промышленной установки для полирования деталей предлагаемым камерным способом в уплотненной обрабатывающей среде.

Предлагаемое устройство для полирования деталей камерным способом состоит из камеры, блока подготовки воздуха, шпинделя и эксцентричной оправки. Давление сжатого воздуха на обрабатываемую среду передается через эластичную резиновую оболочку. Для обеспечения работы устройства требуется источник сжатого воздуха с давлением не ниже 0,25 МПа.

Камера устанавливается на столе вертикально-сверлильного или радиально-сверлильного станка и крепится болтами. Камера через пневмораспределитель соединена с блоком подготовки воздуха.

Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС) играют важную роль в различных методах отделочной абразивной обработки. В общем случае СОТС выполняет следующие основные функции: отвод тепла от детали и обрабатываемого инструмента, уменьшение сил трения между обрабатываемой поверхностью и абразивным инструментом, смачивание, разрыхление и охрупчивание поверхностного слоя металла, удаление из зоны резания продуктов обработки, улучшение режущего действия.

Эффективность применения СОТС при шлифовании абразивными и алмазными кругами исследовались в работах Л.В. Худобина П.И. Ящерицына и ряда других авторов. Правильное применение СОТС в большинстве случаев позволяет повысить эффективность обработки.

В рассматриваемом способе обрабатываемым инструментом является уплотненный давлением сжатого воздуха через эластичную оболочку гидроабразивный слой, находящийся в камерном устройстве. Поскольку абразивные частицы практически несжимаемы, то при любой их плотной упаковке будут иметь место межзерновые пустоты или поры, размер которых определяется плотностью упаковки и зернистостью абразива [1,2]. Поэтому уплотненный гидроабразивный слой можно считать пористым материалом.

Исследование свойств уплотненного абразивного слоя показало, что высокая пористость уплотненного абразива и наличие СОТС в зоне обработки под постоянным давлением, меньшем по сравнению со шлифованием абразивными кругами; сравнительно низкие температуры в зоне резания (420 К), обеспечивают ее проникновение во все поры и микротрещины на поверхностях обрабатываемого материала и абразива. Под действием постоянного давления на абразивную среду СОТС подходит к точкам контакта абразива и металла ближе, чем во всех известных методах финишной абразивной обработки. Так как съем металла в рассматриваемом способе обработки происходит в соответствии с исследованиями [1,2] главным образом за счет резания микро- и субмикрорельефом абразивных зерен, можно предположить возможность непосредственного проникновения СОТС в зону микрорезания. СОТС, находясь в непрерывном контакте с обрабатываемой поверхностью деталей и абразивными зернами, образует на них разделяющие контактирующие поверхности, защитные пленки смазки. Смазочная пленка, находясь в зоне

контакта, покрывает весь микро- и субмикрорельеф вершин абразивных зерен и проникает, таким образом, в зону микрорезания. Исследованиями [6, 7, 8, 9] установлено, что поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые входят в состав СОТС, в результате адсорбционно-пластифицирующего эффекта облегчают процесс удаления микростружки и повышают эффективность обработки. Однако адсорбционный эффект возможен лишь в области некоторых средних скоростей деформации, положение которой определяется температурой. Проникновение СОТС при шлифовании идет по микротрещинам поверхности детали, и при этом СОТС оказывает расклинивающее действие. В результате этого облегчается процесс диспергирования металла. В литературном источнике [4] отмечается, что в тонких доводочных и отделочных процессах абразивной обработки, где имеют место сравнительно невысокие скорости обработки и низкие температуры, экспериментально доказано влияние активных добавок в суспензиях и пастах на увеличение производительности обработки деталей. Все эти факторы указывают на то, что при тонких процессах абразивной обработки идет адсорбционно-пластифицирующее действие тончайшего поверхностного слоя металла. В этих процессах абразивной обработки в присутствии поверхностно-активных веществ повышается также доля разрушенного металла за счет снижения степени пластической деформации [4]. В общем случае метод обработки деталей статически уплотненным абразивом по своим качественным характеристикам относится к тонким методам абразивной обработки. Исследованиями установлено, что при микрорезании поверхности металла выступами микрорельефа вершин абразивных зерен диспергируются мельчайшие стружки, а глубина царапания не превышает 1 мкм. Следовательно, можно сделать вывод о том, что поверхностно-активные вещества, присутствующие в СОТС, играют важную роль в этих методах обработки. Согласно исследованиям [1,2] съем металла возрастает с увеличением зернистости. Это объясняется тем, что более крупные абразивные частицы имеют большую массу и с большей нормальной силой прижимаются к обрабатываемой поверхности, т.е. имеет место большое контактное давление. В связи с этим, даже при одном и том же микропрофиле вершины зерна съем в этом случае будет интенсивнее. Кроме того, более крупные зерна обладают меньшей прочностью, и их процесс самозатачивания происходит быстрее. При этом более эффективно поддерживаются режущие способности абразивного зерна.

При камерном способе обработки поверхностей деталей свободное абразивное зерно, находящееся в зоне контакта, под действием давления сжатого воздуха, постоянно прижимается к обрабатываемой поверхности и в относительном движении, перемещаясь по ней, огибает все неровности поверхности, встречающиеся на его пути. Мелкое абразивное зерно, величина которого соизмерима с

шагом неровностей поверхности, более точно копирует микропрофиль поверхности при своем движении и производит сьем металла, как с вершин неровностей, так и во впадинах. Нивелирование поверхности в этом случае производится медленнее и при заданном времени обработки шероховатость поверхности снижается на меньшую величину, чем в случае, если бы абразивное зерно удаляло металл только с вершин неровностей. Крупное абразивное зерно своими размерами перекрывает шаг неровностей профиля обрабатываемой поверхности, вследствие чего в относительном движении больше касается выступов неровностей профиля, чем впадин. Поэтому сьем металла в большей степени производится с вершин неровностей, нивелирование поверхности производится быстрее и при одном и том же времени обработки шероховатость снижается на большую величину по сравнению с процессом обработки мелким абразивным зерном. Одной из характерных особенностей камерной обработки, является интенсивный износ абразивного наполнителя. Интенсивность износа абразивного наполнителя существенно влияет на производительность обработки и качество обработанных поверхностей деталей. Износ абразивных частиц в данном способе происходит не только за счет абразивного воздействия на обрабатываемую поверхность, но и за счет трения абразивных частиц между собой. При этом происходит скалывание острых вершин и углов, трансформирующих микрогеометрию зерна, а также изменение микрорельефа поверхностей абразивных зерен. Естественно, что при обработке деталей в абразивной массе будет накапливаться число изношенных абразивных частиц, что приводит к необходимости замены всей массы обрабатываемой среды в камере. В связи с этим представляет определенный интерес изучение характера износа абразивных частиц в этом способе обработки. Исследования влияния СОТС на износ абразивных зерен показывают, что наибольший износ наблюдается при подготовке обрабатываемой среды на основе чистой воды. Значительно меньший износ абразивных зерен наблюдается при добавках в СОЖ поверхностно-активных веществ (ПАВ): эмульсола, технического мыла, соды и др. Объясняется это тем, что в состав ПАВ входят жирные кислоты, которые обладают кроме поверхностно-активных, еще и смазывающими свойствами. ПАВ способствует уменьшению сил микрорезания, что обеспечивает меньший износ. Необходимо отметить, что жирные кислоты увеличивают вязкость обрабатываемой среды, что приводит к уменьшению подвижности зерен в обрабатываемой среде и снижению степени износа. Однако, содержание ПАВ в составе рабочей среды должно ограничиваться требованиями производительности, поскольку высокая концентрация их приводит к слипанию абразивных зерен и замедлению их обновления в зоне контактирования. Интенсивность обработки при этом резко падает. Исследования влияния давления на износ абразивных зерен показали, что износ возрастает с увеличением

давления на обрабатываемую среду, контактирующую с поверхностью детали. Согласно проведенным исследованиям, влияние скорости перемещения деталей на износ абразивных зерен оказалось незначительным. Такое же малое влияние на износ зерен оказывают и физико-механические характеристики обрабатываемых материалов. Однако было установлено, что при обработке более мягких материалов износ происходит быстрее, чем при обработке твердых. Объясняется это тем, что при обработке мягких материалов внедрение абразивных частиц в обрабатываемую поверхность происходит на большую глубину. Это приводит к увеличению сцепляемости уплотненной абразивной среды с обрабатываемой поверхностью. Время обработки является одним из основных факторов, влияющих на износ абразивных зерен. При этом наблюдается общая закономерность: с увеличением времени обработки изнашиваемые зерна переходят в более мелкие фракции. Кроме абразивного наполнителя в состав обрабатываемой среды входит также рабочая жидкость. В качестве рабочих жидкостей при камерной обработке деталей, как и при других видах финишной абразивной обработки, используют водные растворы щелочей, кислот и солей с добавками, обладающими моющими, травящими, пассивирующими, блескообразующими и другими свойствами. СОТС, находясь в непрерывном контакте с обрабатываемой поверхностью, образует защитные пленки смазки, которые покрывают весь микро- и субмикрорельеф вершин абразивных зерен. Отдельные поверхностно-активные вещества, содержащиеся в СОТС, содержат жирные кислоты, которые имеют большой молекулярный вес. При повышенной их концентрации в абразивной суспензии на поверхности абразивных зерен и обрабатываемой поверхности образуются пленки, соизмеримые с высотой выступов микрорельефа, т.е. основных режущих элементов при обработке уплотненным абразивным слоем. При этом абразивные зерна начинают, как бы плавать на масляной подушке. В этом случае контакт режущих элементов с обрабатываемой поверхностью прерывается. Обработка при этом прекращается или резко падает ее интенсивность. В связи с этим определенный интерес представляют исследования толщины смазочных пленок в зоне контакта абразивных зерен с обрабатываемой поверхностью. Защитная смазочная пленка на поверхности детали и абразивных зерен, образуемая СОТС при способе обработки деталей статически уплотненным абразивом, не разрушается. Она способствует уменьшению диффузии, адгезии и молекулярного схватывания [10]. В соответствии с работами [11, 12] защитная смазочная пленка состоит из граничного слоя газов и паров, СОТС и слоя окислов. В указанных работах установлено, что толщина пленки газов и паров, адсорбированных в поверхностном слое, составляет ориентировочно $20 \text{ \AA}$ ($20 \cdot 10^{-10} \text{ м}$). Расположенный под адсорбированными пленками газов, паров и СОТС слой окислов, возникающий под влиянием атмо-

сферного кислорода имеет на стали толщину примерно $10 \text{ \AA}$, а на алюминии до $150 \text{ \AA}$. Скорость

образования оксидной пленки высока и время ее образования исчисляется долями секунды.

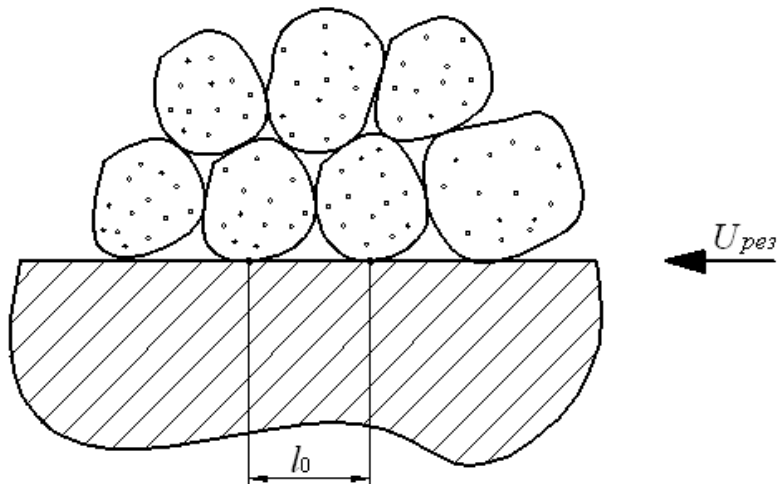


Рисунок 3 – Расстояние между абразивными зёрнами уплотненного слоя.

В уплотненном абразивном слое среднее расстояние между вершинами соседних абразивных зерен, находящихся в контакте с обрабатываемой поверхностью в соответствии с [10], можно принять равным среднему размеру зерен в поперечнике l_0 (рисунок 3):

$$l_{cp} = l_0. \quad (1)$$

Продолжительность контакта абразивного зерна уплотненного слоя с материалом обрабатываемой детали определяется в виде:

$$\tau_k = \frac{l}{v_{рез}}, \quad (2)$$

где $l=l_0$ – длина контакта абразивного зерна с материалом обрабатываемого изделия, м; $v_{рез}$ – скорость относительного перемещения (скорость резания) абразивного зерна и обрабатываемой детали, м/с. В соответствии с работой [1] время контакта зерна уплотненного слоя абразива с поверхностью обрабатываемой детали значительно меньше времени образования оксидной пленки на поверхности металла. В этом случае оксидная пленка не успевает образоваться на обрабатываемой поверхности детали. Толщина адсорбционной пленки поверхностно-активных веществ в водном растворе определяется уравнением [13]:

$$\delta = \frac{\Gamma_{\infty} \cdot M}{d}, \quad (3)$$

где Γ_{∞} – максимальная адсорбция, моль/см²; M – молекулярный вес адсорбируемого вещества, г/моль; d – плотность адсорбируемого вещества, г/см³.

Жидкая фаза состоит, по меньшей мере, из двух компонентов, поэтому адсорбция одного компонента будет сопровождаться вытеснением из поверхностного слоя другого компонента. Конкуренция между компонентами за места в поверхностном слое приводит к тому, что поверхностный слой обогащается тем компонентом, который адсорбируется при данном условии преимущественно. Количество

вещества у поверхности единицы массы адсорбента (высокодисперсного тела с большой поверхностью, на которой происходит адсорбция) сравнивают с его содержанием в равном объеме равновесного раствора (раствора после обработки). Величина гиббсовской адсорбции компонента на единицу массы адсорбента $\Gamma_i^{(V)}$ определяется по формуле [13]:

$$\Gamma_i^{(V)} = \frac{V}{m_s} \cdot (C_i^0 - C_i), \quad (4)$$

где m_s – масса адсорбента, г; V – общий объем раствора, л; C_i^0 и C_i – соответственно концентрации исходного и равновесного растворов, моль/л.

Перерасчет на единицу поверхности дает

$$\Gamma_i^{(V)} = \frac{V \cdot (C_i^0 - C_i)}{m_s S_s}, \quad (5)$$

где S_s – удельная поверхность адсорбента, см².

В качестве поверхностно-активных присадок, входящих в состав СОЖ, были предложены следующие ПАВ: калиевое мыло, состоящее из смеси солей пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислот ($C_{15}H_{31}COOK$, $C_{17}H_{35}COOK$, $C_{17}H_{33}COOK$), олеиновая кислота ($C_{17}H_{33}COOH$) и эмульсол Э2, содержащий в своем составе низкомолекулярную нафтеновую кислоту, являющуюся высокоэффективным поверхностно-активным веществом и одновременно эмульгатором, каустическую соду ($NaOH$) и этиловый спирт (C_2H_5OH). Для калиевого мыла содержащегося в одном растворе абразивной суспензии был задан ряд весовых концентраций C_i^0 : 0; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 и 3%. Растворы каждой концентрации применялись при обработке на экспериментальном стенде камерного типа [1] поверхностей деталей из в течение времени обработки $t = 10$ мин. Величины концентраций после обработки

были определены на универсальном дисперсионном рефрактометре модели «РДУ». В соответствии с работой [13,14], весовую концентрацию C_i пере-

вели, с учетом переводных зависимостей, в мольно-объемную C_{i_1} . Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значение концентраций водного раствора мыла до и после обработки

Концентрация до обработки		Концентрация после обработки	
$C_i^0, \%$	$C_{i_1}^0, \text{моль/л}$	$C_i, \%$	$C_{i_1}, \text{моль/л}$
0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	0,047	0,28	0,026
1,00	0,094	0,50	0,047
1,50	0,141	0,78	0,073
2,00	0,188	1,25	0,118
2,50	0,235	1,73	0,163
3,00	0,282	2,21	0,208

Используя экспериментальные данные таблицы 1, построим изотерму адсорбции (рисунок 4).

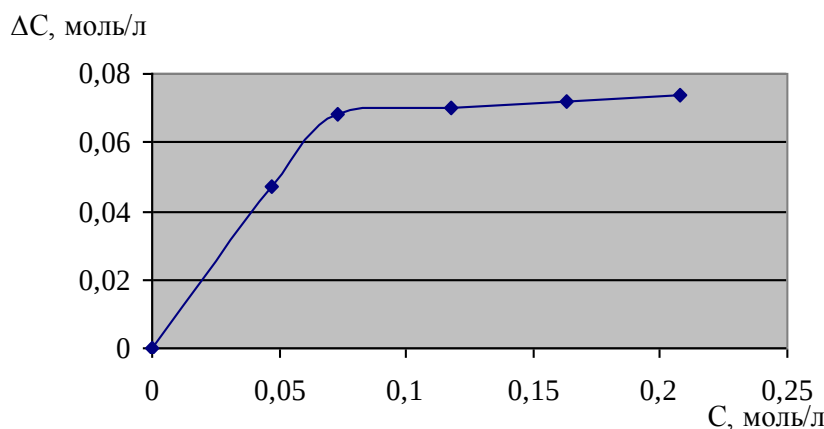


Рисунок 4—Зависимость количества адсорбированного мыла на поверхности детали и абразива от концентрации мыла в растворе.

Константу равновесия адсорбционного процесса k и предельную адсорбцию Γ_∞ удобно определить графически [15]. Для этого уравнение изотермы адсорбции Лэнгмюра приведем к линейной форме:

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{1}{C_0 - C} = \frac{1}{k\Gamma_\infty C} + \frac{1}{\Gamma_\infty}. \quad (6)$$

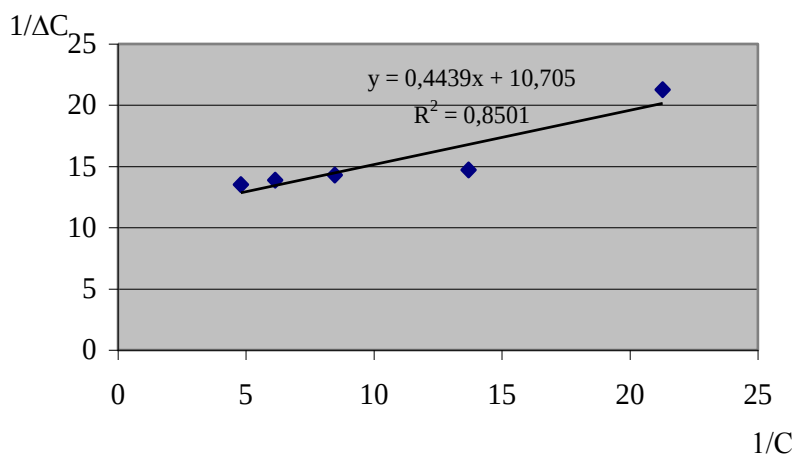


Рисунок 5 – Изотерма адсорбции.

Построив график данной зависимости в координатах $\frac{1}{C_0 - C}$ от $\frac{1}{C}$ (рисунок 5), легко найдем

обе константы: $k = 24,1$; $\Gamma_\infty = 0,093$. Зная величину предельной адсорбции, найдем значение толщины адсорбционной пленки: $\delta = 0,08$ мкм. Для опреде-

ления величины защитной пленки с учетом диапазона концентраций, учитывая что

$$\Gamma = \Gamma_i^{(v)} = \frac{V \cdot (C_{i_1}^0 - C_{i_1})}{m_s S_s} \quad \text{и принимая}$$

усредненное отношение $\Gamma / \Gamma_\infty = 0,98$, после преобразования уравнения (3) получим следующее выражение:

$$\delta = \frac{V \cdot (C_{i_1}^0 - C_{i_1}) \cdot M}{0,98 \cdot m_s \cdot S_s \cdot d}, \quad (7)$$

Удельная поверхность адсорбента в формуле состоит из удельной поверхности абразива и удельной поверхности обрабатываемой детали. Для определения удельной поверхности обрабатываемой

детали рассмотрим модель исходной шероховатости, которую имеет деталь до обработки на установке камерного типа. В соответствии с работой [1], модель исходной шероховатости плоского участка поверхности детали может быть представлена набором выступов треугольной формы (рисунок 6,а). Средняя высота неровностей поверхности деталей до обработки соответствовала $R_{zcp} = 9$ мкм ($R_a = 3,2$ мкм). В ходе экспериментальных исследований [16, 17] было выявлено, что угол φ при вершине неровности находится в пределах $130^\circ \dots 150^\circ$ (рисунок 6,б). Модель единичной неровности в соответствии с теоретическими исследованиями представлена на рисунке 7 и имеет в сечении равнобедренный треугольник с закругленной вершиной радиусом r .

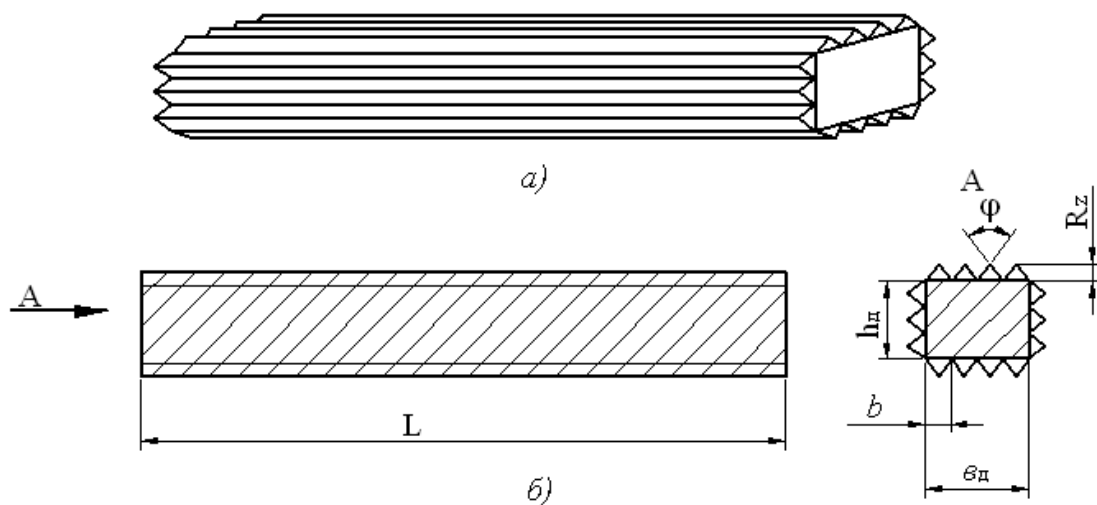


Рисунок 6—Параметры треугольной модели шероховатости поверхности плоского участка колеса турбокомпрессора дизеля.

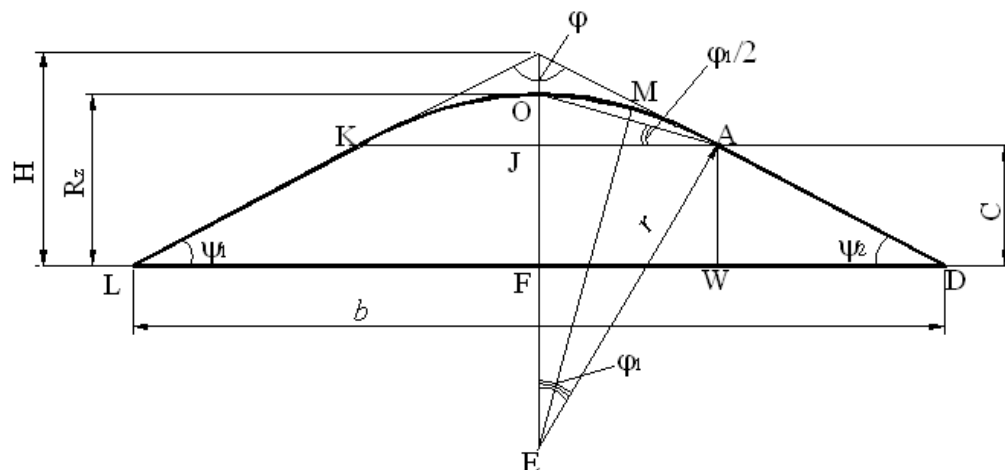


Рисунок 7 – Модель единичной неровности

Из геометрических соотношений следует, что $\angle \psi_1 = \angle \psi_2 = \angle \phi_1 = \angle \psi$. В этом случае:

$$AK = 2r \cdot \sin \psi \quad \text{и} \quad OI = AI \cdot \operatorname{tg} \frac{\Psi}{2}.$$

Из рисунка 7 получаем:

$$AW = C = R_z - r \sin \Psi \operatorname{tg} \frac{\Psi}{2}.$$

Поскольку $DW = C / \operatorname{tg} \Psi$, получаем:

$$LD = b = AK + 2DW = 2R \sin \Psi + \frac{2(R_z - r \cdot \sin \Psi \operatorname{tg} \frac{\Psi}{2})}{\operatorname{tg} \Psi}.$$

Выражение для определения площади боковой поверхности единичной неровности при $AD = \frac{C}{\sin \Psi}$

и $\overset{\cup}{AK} = \frac{2\pi r \cdot 2\Psi}{360}$ получим в виде:

$$S_{\text{бок}} = \left[\frac{2(R_z - r \cdot \sin \Psi \cdot \operatorname{tg} \frac{\Psi}{2})}{\sin \Psi} + \frac{\pi \Psi}{90} \right] L, \quad (8)$$

где L – длина обрабатываемой детали, см.

Суммарное число единичных выступов шероховатости по высоте (h_d) и ширине (e_d) детали можно представить в виде

$$n = 2 \left(\frac{h_d}{b} + \frac{e_d}{b} \right).$$

Таким образом, площадь боковой поверхности всех микровыступов шероховатости получим в виде:

$$S_{\text{бок}\Sigma} = \left[\frac{2(R_z - r \sin \psi \cdot \operatorname{tg} \frac{\psi}{2})}{\sin \psi} + \frac{\pi \psi}{90} \right] L \cdot 2 \left(\frac{h_d}{b} + \frac{e_d}{b} \right). \quad (9)$$

Массу всех микровыступов, можно вычислить по формуле:

$$m_{s_{\text{дет}}} = \left[(2r \sin \psi + \frac{R_z - r \sin \psi \cdot \operatorname{tg} \frac{\psi}{2}}{\operatorname{tg} \psi})(R_z - r \sin \psi \cdot \operatorname{tg} \frac{\psi}{2}) + \frac{r^2}{2} (\frac{2\pi \psi}{180} - \sin 2\psi) \right] \cdot \rho \cdot L \cdot 2 \left(\frac{h_d}{b} + \frac{e_d}{b} \right)$$

$R_z = 9 \cdot 10^{-4}$ см; $\varphi = 140^\circ$; $L = 15$ см; $h_d = 1$ см; $e_d = 2$ см; $\rho = 7,8$ г/см³; $r = 35 \cdot 10^{-4}$ см и $\psi = 20^\circ$, получим:

$$LD = b = 62 \cdot 10^{-4} \text{ см; } m_{s_{\text{дет}}} = 0,374 \text{ г и } S_{\text{бок}\Sigma} = 94 \text{ см}^2.$$

Удельная поверхность адсорбента S в этом случае будет определяться по формуле:

$$S = \frac{S_{\text{бок}\Sigma}}{m_{s_{\text{дет}}}} \quad (10)$$

Подставив в выражение (10) найденные значения параметров, получим:

$$S = \frac{94}{0,374} = 251 \text{ см}^2/\text{г}.$$

Удельная поверхность абразива в соответствии с работой [18] равна 2130 см²/г, суммарная удельная поверхность адсорбента S_{Σ} в этом случае составит 2381 см²/г. Значение $m_{s_{\text{аб}}}$ для абразива 37A125 за-

дано условиями эксперимента и составляет 10 г. Величина $m_{s_{\text{дет}}}$ микрогеометрии поверхности плоской детали примерно на два порядка ниже значения

$m_{\text{с.аб}}$ для абразива, поэтому для практических расчетов можно принять $m_{\text{с.дет}} = 10$ г.

Для калиевого мыла по справочным данным [100]:

$$M = 260 \text{ г/моль}; d = 0,85 \text{ г/см}^3.$$

Значение V определено условиями эксперимента и составляет $6 \cdot 10^{-3}$ л.

Подставив найденные значения параметров в выражение (7) с учетом диапазона концентраций, получим ряд величин защитных пленок СОТС. Результаты расчетов толщины пленки СОТС в зависимости от концентрации приведены в таблице 2. Значение величин защитных пленок, приведенные в таблице 2, необходимы для оценки интенсивности обработки поверхности детали выступами микрорельефа абразивного зерна, которые могут быть соизмеримы с величиной смазочной пленки.

Таблица 2

Величины толщины пленки СОТС для водного раствора мыла различной концентрации

Концентрация после обработки C_i , моль/л	Толщина пленки СОТС δ , мкм
0,026	0,017
0,047	0,037
0,073	0,053
0,118	0,055
0,163	0,057
0,208	0,058

В соответствии с результатами исследований [1,2] высота микровыступов поверхности абразивных частиц находится в диапазоне 1,5...4,5 мкм и на порядок выше суммарной толщины смазочной пленки, что исключает явление «всплывания» абразивных зерен и обеспечивает заданные значения производительности и качества процесса обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Скрябин В.А. Основы процесса субмикрорезания при обработке деталей незакрепленным абразивом. – Пенза: Изд-во ПВАИУ, 1992. – 120 с.
2. Мартынов А.Н. Основы метода обработки деталей свободным абразивом, уплотненным инерционными силами. – Саратов: Изд-во: Саратов. Гос. техн. ун-та, 1981. – 212 с.
3. Скрябин В.А. Математическое моделирование и модернизация процесса финишной абразивной обработки деталей из труднообрабатываемых материалов/В.А. Скрябин, В.Д. Кревичик, С.Е. Козенко, С.Б. Меньшова/Ремонт, восстановление, модернизация.-М.: Изд-во ООО «Наука и технологии», 2012. №6.-С.3-7.
4. Богомолов Н.И. Механизм действия поверхностно-активных веществ при тонкой абразивной обработке металлов. – В кн.: Физико-химическая механика материалов. – Киев: Наукова думка, 1971. – № 1. – С. 28-30.
5. Старосельский А.А. Долговечность трущихся деталей машин / А.А. Старосельский, Д.Н. Гаркунов. – М.: Машиностроение, 1967. – 394 с.
6. Кулаков Ю.М. Отделочно-зачистная обработка деталей / Ю.М. Кулаков, В.А. Хрульков. – М.: Машиностроение, 1979. – 216 с.
7. Кулаков Ю.М. Отделочно-зачистная обработка деталей / Ю.М. Кулаков, В.А. Хрульков. – М.: Машиностроение, 1979. – 216 с.

8. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества. – Л.: Изд-во Химия, 1981. – 300 с.

9. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения. – М.: Изд-во физ.-мат. лит., 1963. – 450 с.

10. Ящерицын П.И. Финишная обработка деталей уплотненным потоком свободного абразива / П.И. Ящерицын, А.Н. Мартынов, А.Д. Гридин. – Минск: Наука и техника, 1978. – 221 с.

11. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. – Л.: Изд-во Химия, 1974. – 352 с.

12. Гаркунов Д.Н. Виды трения и износа. Эксплуатационные повреждения деталей машин / Д.Н. Гаркунов, П.И. Корник. – М.: Изд-во МСХА, 2003. – 344 с.

13. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества. – Л.: Изд-во Химия, 1981. – 300 с.

14. Чернышева О.В. Изучение свойств хромовых и никелевых покрытий до и после их обработки // Успехи современного естествознания – М.: Изд-во «Академия естествознания», 2006. №7. – С. 79.

15. Чернышева О.В. Определение толщины смазочной пленки в зоне контакта абразивных зерен при обработке деталей уплотненным абразивом / О.В. Чернышева, Ю.П. Перельгин, В.А. Скрябин // Успехи современного естествознания – М.: Изд-во «Академия естествознания», 2005. №9. – С. 13 – 16.

16. Рыжов Э.В. Контактная жесткость деталей машин. – М.: Машиностроение, 1966. – 194 с.

17. Марочкин В.Н. Исследование геометрии поверхности // Вопросы трения и проблемы смазки. – М.: Изд-во Наука, 1968. – №2. – С. 161 – 172.

18. Скрябин В.А. Воздействие смазочных сред при микрорезании поверхности металла выступами микрорельефа абразивных зерен / В.А. Скрябин, О.Ф. Пшеничный // Алмазная и абразивная обработка деталей машин и инструмента: Межвуз. сб. науч. тр. – Пенза: Пенз. политехн. ин-т, 1986. – Вып. 14. – С. 91 – 95.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE NONLINEARITY OF CHARACTERISTICS OF FILM COATINGS ON THE PROCESS OF FORMING OF SOLITONS BENDING ELECTROMAGNETIC WAVES IN WAVEGUIDE**Fyk O.***PhD, associate professor, National Academy National Guardia of Ukraine***Gonchar R.***PhD, Scientific Research Center "Combat service activity National Guard of Ukraine**National Academy of the National Guard of Ukraine***АНАЛІЗ ВПЛИВУ НЕЛІНІЙНОСТІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛІВКОВОГО ПОКРИТТЯ НА ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ СОЛІТОНІВ ОГИНАЮЧОЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ В ХВИЛЕВОДІ****Фик О.І.***кандидат технічних наук, доцент, доцент Національної Академії Національної гвардії України***Гончар Р.О.***кандидат військових наук, Науково-дослідний центр "Службово-бойової діяльності Національної гвардії України" Національної Академії Національної гвардії України***Abstract**

The article describes the boundary conditions for the electromagnetic field on the surface of a nonlinear film. The possibility of the formation of solitons of the envelope of electromagnetic waves in waveguides, including thin dielectric films with a diagonal dielectric constant with nonlinearity, is proved. Relations are obtained for calculating the parameters of solitons of a generalized structure corresponding to a wide class of wave-guiding systems. The dependence of the soliton parameters on the parameters of the nonlinear film and the dispersion characteristics of the structure is determined.

Анотація

У статті виводяться граничні умови щодо опису електромагнітного поля на поверхні нелінійної плівки. Доведено можливість формування солітонов обвідної електромагнітних хвиль в хвилеводах, що включають тонкі діелектричні плівки з діагональним тензором діелектричної проникності з нелінійністю. Отримано співвідношення для розрахунку параметрів солітонов узагальненої структури для широкого класу хвилеводних систем. Визначено залежність параметрів солітонов від параметрів нелінійної плівки і дисперсійних характеристик структури.

Keywords: soliton; waveguide, diagonal dielectric constant with nonlinearity**Ключові слова:** солітон; хвилевід, плівка з нелінійними характеристиками, діагональний тензором діелектричної проникності(ДТДП), граничні умови**Постановка проблеми.**

Для вирішення завдань електродинаміки реальні структури різних частотних діапазонів мають тривимірну геометрію, і тільки для деяких типів хвиль можуть моделюватися плоскими, двомірними моделями. Це істотно ускладнює теоретичний аналіз таких систем і обмежує можливості створення нових електродинамічних пристроїв, що включають елементи з нелінійними характеристиками. Істотним кроком в напрямку розробки нелінійних систем може бути використання в якості нелінійного елемента тонких плівок з нелінійними характеристиками. Застосування тонкоплівкові технології дозволяє формувати нелінійні хвилі в хвилеводних структурах від НВЧ до оптичного діапазону і в той же час розробити методи теоретичного аналізу таких систем, використовуючи для цих цілей в якості малого параметра товщину плівки. Хвилеведучі системи з нелінійними плівками мають цілу низку особливостей в порівнянні зі звичайними лінійними хвилеводами і, зокрема, допускають існування нелінійних хвиль - солітонів. В спектрі власних збуджень нелінійних

хвилеводів можуть міститися як солітони огинаючої електромагнітних хвиль, так і стаціонарні відеоімпульси. Стійкі солітонні рішення в нелінійних хвилеводах формуються за рахунок компенсації дисперсійного спотворення сигналу нелінійністю, що дозволяє розробити на основі нелінійних хвилепровідних структур високошвидкісні системи передачі інформації. Параметри солітонів залежать як від властивостей нелінійного елемента, так і від дисперсійних характеристик хвилеводної структури. Це дозволяє на основі нелінійних хвилеводів реалізувати пристрої управління формою сигналу, і, зокрема, здійснити загострення виведеного імпульсного сигналу.

Управління формою імпульсного сигналу можна здійснити так само і при його проходженні через плівку з нелінійними властивостями, або при відображенні сигналу від металеві поверхні з нелінійним покриттям. При проходженні електромагнітного випромінювання через нелінійну плівку або при його відображенні від покриття з нелінійними властивостями відбувається генерація гармонік поля на частотах, що визначаються властиво-

стями плівки і характеристиками падаючого сигналу. У статті розглянемо процеси управління формою імпульсного сигналу шляхом зміни геометричних і нелінійних властивостей плівкового покриття.

Формулювання завдання дослідження.

Мета статті - моделювання процесу виникнення солітонів та вивчення умов їх розповсюдження у вздовж поверхні плівки з нелінійними характеристиками.

Виклад основного матеріалу дослідження

1. Граничні умови для електромагнітного поля на поверхні тонких плівок з нелінійними характеристиками.

Отримаємо граничні умови для електромагнітного поля на поверхні тонкої плівки з нелінійними властивостями. Урахування впливу тонких шарів різних матеріалів на електродинамічні параметри різних структур з рівнем малості параметра

товщини kd (d - товщина шару, $k = 2\pi/\lambda$, λ - довжина хвилі) ефективно проводиться при використанні еквівалентних граничних умов [1], що істотно спрощують аналіз електромагнітних структур. Розглянемо тонкий ($kd \ll 1$) шар нелінійного діелектрика, розташованого в площині розділу уз двох середовищ з лінійними параметрами (рис.1).

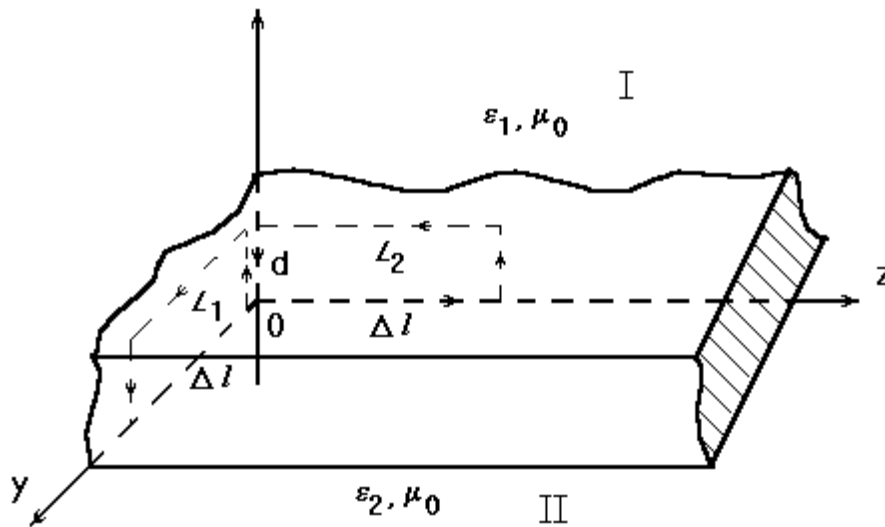


Рис. 1 Пояснення щодо виведення граничних умов на нелінійній плівці.

Застосування рівнянь Максвелла в інтегральній формі записи

$$\oint E dl = - \frac{d}{dt} \int \int S B dS$$

$$\oint H dl = - \frac{d}{dt} \int \int S D dS$$
(1)

де $B = \mu H + M_{NL}$, $D = \varepsilon \varepsilon_0 E + P_{NL}$, M_{NL} , P_{NL} - вектори, в загальному випадку, нелінійної намагніченості і поляризації що до контурів L_1 та L_2 (рис.1) дозволяє отримати вирази:

$$E_z|_{x=0} \Delta l + E_x|_{z=\Delta l} d - E_x|_{z=d} \Delta l - E_x|_{z=0} d = -\Delta l d \frac{dB_y}{dt} + O(kd)^2,$$

$$E_y|_{x=d} \Delta l + E_x|_{y=0} d - E_y|_{z=0} \Delta l - E_x|_{y=\Delta} d = -\Delta l d \frac{dB_z}{dt} + O(kd)^2,$$

$$H_z|_{x=0} \Delta l + H_x|_{z=\Delta l} d - H_z|_{x=d} \Delta l - H_x|_{z=0} d = -\Delta l d \frac{dD_y}{dt} + O(kd)^2,$$

$$H_y|_{x=d} \Delta l + H_x|_{y=0} d - H_y|_{x=0} \Delta l - H_x|_{y=\Delta} d = -\Delta l d \frac{dD_z}{dt} + O(kd)^2$$

де $O(kd)^2$ - величини другого порядку малості. Враховуючи безперервність тангенціальних складових E_y, E_z, H_y, H_z та нормальних складових B_x, D_x полів у площинах розділу $x=0, x=d$, а також вважаючи, що всередині тонкого шару

$$\begin{aligned} E_{y,z} &= \frac{1}{2} (E_{y,z}^{(1)} + E_{y,z}^{(2)}) \\ H_{y,z} &= \frac{1}{2} (H_{y,z}^{(1)} + H_{y,z}^{(2)}) \end{aligned} \quad (2)$$

отримаємо для монохроматичних ($\exp(i\omega t)$) компонент загального поля

$$\begin{aligned} E_z^{(2)} - E_z^{(1)} + \frac{1}{2} \frac{d}{dz} (\varepsilon_1 E_x^{(1)} + \varepsilon_2 E_x^{(2)}) &= -i\omega\mu_0 \frac{d}{2} (H_y^{(1)} + H_y^{(2)}) - i\omega d M_{NL_y} \\ E_y^{(2)} - E_y^{(1)} + \frac{1}{2} \frac{d}{dy} (\varepsilon_1 E_x^{(1)} + \varepsilon_2 E_x^{(2)}) &= i\omega\mu_0 \frac{d}{2} (H_z^{(1)} + H_z^{(2)}) + i\omega d M_{NL_z} \\ H_z^{(2)} - H_z^{(1)} + \frac{d}{2} \frac{d}{dz} (H_x^{(1)} + H_x^{(2)}) &= i\omega\varepsilon_0 \frac{d}{2} (E_y^{(1)} + E_y^{(2)}) + i\omega d P_{NL_y} \\ H_y^{(2)} - H_y^{(1)} + \frac{d}{2} \frac{d}{dz} (H_x^{(1)} + H_x^{(2)}) &= -i\omega\varepsilon_0 \frac{d}{2} (E_z^{(1)} + E_z^{(2)}) + i\omega d P_{NL_z} \end{aligned} \quad (3)$$

не конкретизуючи виду нелінійної поляризації та намагніченості, котрі в лінійному випадку переходять у відомі співвідношення [1].

2. Солітони огинаючою електромагнітних хвиль в хвилепровідних структурах з нелінійними плівками

Дослідимо тепер спектр власних збуджень і можливість існування солітонних рішень на прикладі регулярної хвилевідної структури (наприклад, прямокутного хвилеводу з багатошаровим діелектриком) з нелінійної плівкою в площині розділу середовищ yz . Таку структуру можна уявити для спільності у вигляді тришарової системи: тонкого нелінійного шару, описуваного рівнянням (3), розташованого між шаруватими напівпросторів I і II з лінійними параметрами, що характеризуються тензорами вхідних імпедансів $\hat{Z}_1, \hat{Z}_2$, відомих конкретних ізотропних і анізотропних структур [2].

За відсутності анізотропії в площині yz тензори $\hat{Z}_1, \hat{Z}_2$ є діагональними; вважаючи $\frac{\partial}{\partial z} = 0$, легко

побачити, що в структурі можливо незалежне поширення $E(E_x, E_y, H_z)$ - і $H(E_z, E_x, H_y)$ -хвиль.

Розглянемо H -хвилі. Виходячи з визначення вхідного імпедансу, можна записати співвідношення в площинах $x=0, x=d$, відповідно,

$$E_z^{(1,2)} = Z_{1,2} H_y^{(1,2)} = i\omega\mu_0 Z_{1,2} H_y^{(1,2)} \quad (4)$$

Для нелінійної плівки з параметрами $\mu, \varepsilon_{zz} = \varepsilon + \kappa|E|^2, (M_{NL} = 0)$ після переходу до фур'є-компонентами граничні умови приймають вид

$$\begin{aligned} E_z^{(2)} - E_z^{(1)} &= -i\omega\mu_0 \frac{d}{2} (H_y^{(1)} + H_y^{(2)}) \\ H_y^{(2)} - H_y^{(1)} + \frac{d}{2} \frac{d}{dy} (H_x^{(1)} + H_x^{(2)}) &= (3) - i\omega\varepsilon_0 \frac{d}{2} (E_z^{(1)} + E_z^{(2)}) - i\omega d P_{NL_z} \end{aligned}$$

Виходячи з рівнянь Максвелла і співвідношень

(4) отримаємо рівняння щодо $E_z(\omega, k)$:

$$F(\omega, k) E_z(\omega, k) + P_{NL}(\omega, k) = 0 \quad (5)$$

де

$$F(\omega, k) = \frac{1}{\omega^2 \varepsilon_0 \mu_0 d} \left[2d \left(\frac{Y_2}{1 + \alpha^{-1}} - \frac{Y_1}{1 + \alpha} \right) + k^2 \right] - \bar{\varepsilon} \quad (6)$$

$\alpha = (1 - Y_1 \frac{d}{2})(1 + Y_2 \frac{d}{2})^{-1}, Y_1 = Z_1^{-1}, Y_2 = Z_2^{-1}, \frac{d}{dy} \rightarrow k$. В y, t -представленні рівняння (5) ма-

ють вид

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dk d\omega}{(2\pi)^2} F(\omega, k) E_z(\omega, k) e^{-i(ky - \omega t)} = -P_{NL}(y, t) \quad (7)$$

і описує хвилеведучі властивості структури Будемо шукати рішення рівняння у вигляді імпульсу при довільній нелінійності $P_{NL}(y, t)$. Рішення рівняння залежить від нелінійного члена P_{NL} .

$$E_z(y, t) = e(y, t) \exp[-i(Qy - \Omega t)], \quad (8)$$

що задовольняє умові повільності.

$$\left| \frac{de(y, t)}{dt} \right| \ll \Omega |e(y, t)|, \quad \left| \frac{de(y, t)}{dy} \right| \ll Q |e(y, t)| \quad (9)$$

Це означає, що компоненти $E_z(\omega, k)$ істотно відмінні від нуля тільки в області

$$|k - Q| < l^{-1}, \quad |k - Q| < \tau_s^{-1} \quad (10)$$

де τ_s - тривалість імпульсу, $l_s = v\tau_s$, v швидкість руху імпульсу. Вважаючи, що на спектральній ширині імпульсу, тобто в області (10),

функція $F(\omega, k)$ змінюється досить повільно і її особливості знаходяться поза цією областю, при обчисленні лівій частині рівняння (7) скористаємося розкладанням з урахуванням просторової дисперсії:

$$F(\omega, k) = F(\Omega, Q) + \left. \frac{dF}{d\omega} \right|_{\omega=\Omega, k=Q} (\omega - \Omega) + \left. \frac{dF}{dk} \right|_{\omega=\Omega, k=Q} (k - Q) + \frac{1}{2} \left. \frac{d^2 F}{d^2 \omega} \right|_{\omega=\Omega, k=Q} (\omega - \Omega)^2 + \left. \frac{d^2 F}{d\omega dk} \right|_{\omega=\Omega, k=Q} (\omega - \Omega)(k - Q) + \frac{1}{2} \left. \frac{d^2 F}{d^2 k} \right|_{\omega=\Omega, k=Q} (k - Q)^2 + \dots \quad (11)$$

Підстановка (11) в (7) з урахуванням виписаних членів розкладання і інтегрування з урахуванням властивостей фур'є-перетворень приводить до рівняння для функції $e(y, t)$:

$$F(\Omega, Q) e(y, t) + i \left\{ \left. \frac{dF}{d\omega} \frac{d}{dt} - i \frac{dF}{dk} \frac{d}{dy} \right|_{\omega=\Omega, k=Q} \right\} e(y, t) + \left\{ -\frac{1}{2} \left. \frac{d^2 F}{d\omega^2} \frac{d^2}{dt^2} + \left. \frac{d^2 F}{d\omega dk} \frac{d^2}{dy dt} - \frac{1}{2} \left. \frac{d^2 F}{dk^2} \frac{d^2}{dy^2} \right|_{\omega=\Omega, k=Q} \right\} e(y, k) \right. \quad (12)$$

яке є узагальненням нелінійного рівняння Шредінгера.

Якщо виконується співвідношення

$$\propto \left(\frac{d^2 F}{d\omega^2} + \frac{1}{v^2} \frac{d^2 F}{dk^2} + \frac{2}{v} \frac{d^2 F}{d\omega dk} \right) \bigg|_{\omega=\Omega, k=Q} < 0$$

то рішенням (7), є функція

$$e(y, t) = E_s \text{cn}(z, n) \quad (13)$$

де E_s - амплітуда солітона, $\text{cn}(z, n)$ - еліптична функція Якобі, $n \in (0, 1)$ - модуль, Підстановка (13) в (7) дозволяє отримати формули для визначення тривалості солітонів $z = (t - y/v)\tau_s^{-1}$, $v = d\Omega/dQ$.

$$\frac{1}{\tau_s^2} = -\frac{\propto E_s^2}{n^2} \left(\frac{d^2 F}{d\omega^2} + \frac{2}{v} \frac{d^2 F}{d\omega dk} + \frac{1}{v^2} \frac{d^2 F}{dk^2} \right)^{-1} \bigg|_{\omega=\Omega, k=Q} \quad (14)$$

співвідношення між Q и Ω

$$\Omega \left(\frac{d^2 F}{d\omega^2} + \frac{1}{v} \frac{d^2 F}{d\omega dk} \right) \Big|_{\substack{\omega=\Omega \\ k=Q}} + Q \left(\frac{d^2 F}{d\omega dk} + \frac{1}{v} \frac{d^2 F}{dk^2} \right) \Big|_{\substack{\omega=\Omega \\ k=Q}} + \left(\frac{dF}{d\omega} + \frac{1}{v} \frac{dF}{dk} \right) \Big|_{\substack{\omega=\Omega \\ k=Q}} = 0 \quad (15)$$

і дисперсійне рівняння

$$\left[F(\Omega, Q) + \Omega \frac{dF}{d\omega} + Q \frac{dF}{dk} + \frac{1}{2} \frac{d^2 F}{d\omega^2} \left(\Omega^2 + \frac{1-2n^2}{\tau_s^2} \right) + \frac{1}{2} \frac{d^2 F}{dk^2} \left(Q^2 + \frac{1-2n^2}{(v\tau_s)^2} \right) + \frac{d^2 F}{d\omega dk} \left(\Omega Q + \frac{1-2n^2}{(v\tau_s)^2} \right) \right] \Big|_{\substack{\omega=\Omega \\ k=Q}} = 0 \quad (16)$$

яке з урахуванням (7) набуває вигляду

$$\left[F(\Omega, Q) + \Omega \frac{dF}{d\omega} + Q \frac{dF}{dk} + \frac{1}{2} \frac{d^2 F}{d\omega^2} \Omega^2 + \frac{1}{2} \frac{d^2 F}{dk^2} Q^2 + \frac{d^2 F}{d\omega dk} \Omega Q \right] \Big|_{\substack{\omega=\Omega \\ k=Q}} + \frac{2n^2 - 1}{2n^2} \propto E_s^2 = 0 \quad (17)$$

Зокрема, при $n = 1$ маємо одиночний солітон з огинаючою

$$E_z(y, t) = E_s \operatorname{sech} \left(\frac{t - y/v}{\tau_s} \right) \exp[i(Qy - \Omega t)] \quad (18)$$

Якщо виконується співвідношення

$$\aleph \left(\frac{d^2 F}{d\omega^2} + \frac{2}{v} \frac{d^2 F}{d\omega dk} + \frac{1}{v^2} \frac{d^2 F}{dk^2} \right) \Big|_{\substack{\omega=\Omega \\ k=Q}} > 0 \quad (19)$$

рішення (17) прийме вигляд

$$e(y, t) = E_s \operatorname{sn}(z, n) \quad (20)$$

$$(e(y, t) = E_s \operatorname{sn}(z, n=1) = E_s \operatorname{th}[(t-y/v)/\tau_s]) \quad (21)$$

при цьому

$$\frac{1}{\tau_s^2} = -\frac{\aleph E_s^2}{n^2} \left(\frac{d^2 F}{d\omega^2} + \frac{2}{v} \frac{d^2 F}{d\omega dk} + \frac{1}{v^2} \frac{d^2 F}{dk^2} \right) \Big|_{\substack{\omega=\Omega \\ k=Q}} \quad (22)$$

співвідношення між Q і Ω (17) не змінюється, а дисперсійне рівняння приймає вигляд

$$\left[F(\Omega, Q) + \Omega \frac{dF}{d\omega} + Q \frac{dF}{dk} + \frac{1}{2} \frac{d^2 F}{d\omega^2} \Omega^2 + \frac{1}{2} \frac{d^2 F}{dk^2} Q^2 + \frac{d^2 F}{d\omega dk} \Omega Q \right] \Big|_{\substack{\omega=\Omega \\ k=Q}} - \frac{1+n^2}{2n^2} \aleph E_s^2 = 0 \quad (23)$$

При $n = 1$ маємо випадок огинаючої солітону "затемнення". Аналіз отриманих співвідношень показує, що в регулярній хвильовідній структурі з нелінійними плівками можливе поширення солітонів, характер яких визначається знаком нелінійності і дисперсійними характеристиками структури. За відсутності нелінійної плівки ($d \rightarrow 0, \bar{\varepsilon} \rightarrow 0, \kappa \rightarrow 0$) дисперсійне рівняння переходить у відоме співвідношення для лінійної структури

$$F(\omega, k) = Y_1(\omega, k) - Y_2(\omega, k) = 0.$$

Наявність нелінійної плівки приводить до зміни дисперсійних характеристик (зсуву

$\omega \rightarrow \Omega, k \rightarrow Q$) як за рахунок лінійної частини діелектричної проникності плівки $\bar{\varepsilon}$, так і за рахунок нелінійної частини, пропорційної рівню сигналу E_s^2 . Параметри солітонов істотно залежать як від параметра плівки κ , рівня сигналу E_s^2 , так і від крутизни характеристик $F(\omega, k)$ функції частоти і хвильового числа, що залежать, в свою чергу, як від характеристик самої структури, так і від положення нелінійної плівки в порожнині структури. Таким чином, за допомогою модуляції параметрів лінійної частини хвильовідної струк-

тури, наприклад, шляхом підмагнічування введених феритових шарів, можна управляти параметрами солітонів.

Висновок

Отримані співвідношення дозволяють моделювати різні конструкції хвилеводних систем виходячи з необхідних параметрів солітонів для наявних плівок з нелінійними параметрами. Аналогічний аналіз проводиться для Е - хвиль, відзначимо тут лише, що параметри солітонів Е- і Н- хвиль в одній і тій же структурі різні, оскільки вхідні імпеданс Е- і Н- хвиль в загальному випадку різні. При наявності анізотропії в площині yz $\hat{Z}_1$ і $\hat{Z}_2$ є тензорами і Е- та Н- хвилі взаємопов'язані в анізотропній області, дослідження нелінійних хвиль в таких структурах представляє самостійний інтерес.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Borulko V.F. The third harmonic generation in E-plane waveguide on an inhomogeneous film with cubic nonlinearity. //Conf. Proc. 2006 Int. Conf. on Mathematical Methods in Electromagnetic Theory, Kharkov, 2006, p. 478-480 (Available from: https://www.researchgate.net/publication/263662936_Borulko_-Higher-harmonic_generation_on_the_nonlinear_films_in_Bragg_and_waveguide_structures_in_Russian)
2. Федоров, Ф. И. Оптика анизотропных сред/ Ф. И. Федоров. – Минск, 1958. – 381 с.
3. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц // Теория поля. 7-е изд., испр. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 512 с
4. Шварцбург, А.Б. Дисперсия электромагнитных волн в слоистых и нестационарных средах (точно решаемые модели)/ А.Б Шварцбург// Успехи физических наук. – 2000.– т.170.– №12. С.297–1324
5. Кучер Д.Б, Використання тонких плівок високотемпературних надпровідників для захисту елементів радіоелектронної апаратури від електроерозійного руйнування при впливі потужних електромагнітних випромінювань / Фик О.І. В.О.Колпаков В.Д.Калугін //Системи обробки інформації Збірник наукових праць -2002-Вип.5(21)- Харків: ХВУ, – С. 36-41

№23/2018

Norwegian Journal of development of the International Science

ISSN 3453-9875

VOL.2

It was established in November 2016 with support from the Norwegian Academy of Science.

DESCRIPTION

The Scientific journal “Norwegian Journal of development of the International Science” is issued 12 times a year and is a scientific publication on topical problems of science.

Editor in chief – Karin Kristiansen (University of Oslo, Norway)

The assistant of the editor in chief – Olof Hansen

- James Smith (University of Birmingham, UK)
- Kristian Nilsen (University Centre in Svalbard, Norway)
- Arne Jensen (Norwegian University of Science and Technology, Norway)
- Sander Svein (University of Tromsø, Norway)
- Lena Meyer (University of Gothenburg, Sweden)
- Hans Rasmussen (University of Southern Denmark, Denmark)
- Chantal Girard (ESC Rennes School of Business, France)
- Ann Claes (University of Groningen, Netherlands)
- Ingrid Karlsen (University of Oslo, Norway)
- Terje Gruterson (Norwegian Institute of Public Health, Norway)
- Sander Langfjord (University Hospital, Norway)
- Fredrik Mardosas (Oslo and Akershus University College, Norway)
- Emil Berger (Ministry of Agriculture and Food, Norway)
- Sofie Olsen (BioFokus, Norway)
- Rolf Ulrich Becker (University of Duisburg-Essen, Germany)
- Lutz Jäncke (University of Zürich, Switzerland)
- Elizabeth Davies (University of Glasgow, UK)
- Chan Jiang (Peking University, China)

and other independent experts

1000 copies

Norwegian Journal of development of the International Science

Iduns gate 4A, 0178, Oslo, Norway

email: publish@njd-iscience.com

site: <http://www.njd-iscience.com>