

ISSN 2308-4804

SCIENCE AND WORLD

International scientific journal

№ 9 (61), 2018, Vol. I

Founder and publisher: Publishing House «Scientific survey»

The journal is founded in 2013 (September)

Volgograd, 2018

UDC 53:51+67.02+631+93:902+551
LBC 72

SCIENCE AND WORLD

International scientific journal, № 9 (61), 2018, Vol. I

The journal is founded in 2013 (September)
ISSN 2308-4804

The journal is issued 12 times a year

The journal is registered by Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Communications.

Registration Certificate: III № ФС 77 – 53534, 04 April 2013

Impact factor of the journal «Science and world» – 0.325 (Global Impact Factor 2013, Australia)

EDITORIAL STAFF:

Head editor: Musienko Sergey Aleksandrovich

Executive editor: Manotskova Nadezhda Vasilyevna

Lukienko Leonid Viktorovich, Doctor of Technical Science

Borovik Vitaly Vitalyevich, Candidate of Technical Sciences

Dmitrieva Elizaveta Igorevna, Candidate of Philological Sciences

Valouev Anton Vadimovich, Candidate of Historical Sciences

Kislyakov Valery Aleksandrovich, Doctor of Medical Sciences

Rzaeva Aliye Bayram, Candidate of Chemistry

Matvienko Evgeniy Vladimirovich, Candidate of Biological Sciences

Kondrashihin Andrey Borisovich, Doctor of Economic Sciences, Candidate of Technical Sciences

Authors have responsibility for credibility of information set out in the articles.

Editorial opinion can be out of phase with opinion of the authors.

Address: Russia, Volgograd, Angarskaya St., 17 «G»

E-mail: info@scienceph.ru

Website: www.scienceph.ru

Founder and publisher: Publishing House «Scientific survey»

УДК 53:51+67.02+631+93:902+551
ББК 72

НАУКА И МИР

Международный научный журнал, № 9 (61), 2018, Том 1

Журнал основан в 2013 г. (сентябрь)
ISSN 2308-4804

Журнал выходит 12 раз в год

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС 77 – 53534 от 04 апреля 2013 г.**

Импакт-фактор журнала «Наука и Мир» – 0.325 (Global Impact Factor 2013, Австралия)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Мусиенко Сергей Александрович

Ответственный редактор: Маноцкова Надежда Васильевна

Лукиенко Леонид Викторович, доктор технических наук

Боровик Виталий Витальевич, кандидат технических наук

Дмитриева Елизавета Игоревна, кандидат филологических наук

Валуев Антон Вадимович, кандидат исторических наук

Кисляков Валерий Александрович, доктор медицинских наук

Рзаева Алия Байрам, кандидат химических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Кондрашихин Андрей Борисович, доктор экономических наук, кандидат технических наук

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Адрес редакции: Россия, г. Волгоград, ул. Ангарская, 17 «Г»

E-mail: info@scienceph.ru

www.scienceph.ru

Учредитель и издатель: Издательство «Научное обозрение»

CONTENTS

Physical and mathematical sciences

<i>Basim Najim Al-din Abed, Salam Abdulkhaleq Noaman</i> CIPHER TEXT AS AN RGB COLOR IMAGE	8
<i>Vlasov A.N.</i> TOROIDAL CURRENT LAYER IN A PLASMA VORTEX, AND THE INTERNAL INJECTION OF FAST IONS. PART 2. THEORETICAL MODEL	12
<i>Matsievsky S.V., Rubinshteyn L.I.</i> MATHEMATICAL GAMES PAPER SOCCER AND PAPER HOCKEY	31

Technical sciences

<i>Balgabekov T.K., Yelyubayeva Zh.S., Isabayev M.S.</i> METHODS OF NEUTRALIZATION OF VEHICLE EMISSION	34
<i>Davronov Sh.R.</i> BASIC ELECTROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF PHOTOCONVERTERS, CLASSIFICATION OF MEASUREMENT METHODS AND CALCULATION OF CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS	37

Agricultural sciences

<i>Abdullayeva Kh.Z., Usmonkhodzhayeva G.M.</i> PROTECTION OF INTENSIVE ORCHARDS AGAINST THE SUGESCENT PESTS	41
<i>Akhmedzhonov D.G., Ibragimova Kh.R.</i> WATER SAVING TECHNOLOGIES OF COTTON IRRIGATION ON THE FIELDS WITH INTRASOIL SCREEN BASED ON A POLYMER-POLYMER COMPLEX.....	43
<i>Dolinnyy Yu.Yu., Abdullayev K.K., Ivanova G.N., Ferderer E.I.</i> EVALUATION OF THE COLLECTION OF SPRING SOFT WHEAT ON THE COMPLEX SIGNS FOR SELECTION OF NORTHERN KAZAKHSTAN	48

Historical sciences and archeology

<i>Aslanov A.P.</i> ON THE HISTORY OF THE MEDIEVAL TOWN ISHTIKHON	52
<i>Bystrenko V.I.</i> CASPIAN SEA IN PAST AND PRESENT: PROBLEMS AND PROSPECTS	55
<i>Varaksa A.N.</i> SPAIN AND THE SPANIARDS DURING THE SECOND WORLD WAR (ON THE MATERIAL <i>BLUE DIVISION, MILITARY AND INTERNED SPANIARDS IN THE USSR</i> BY A.V. YEVPATYEVSKIY)	62

Earth sciences

Hajiyeva G.N., Eyyubova Z.I.

IMPACT OF THE MOUNTAIN SLOPES APPROPRIATION ON COVERING
DEGREE OF THE PLANT IN THE SOUTH-EAST FROM THE MAJOR CAUCASUS 65

Razumov S.O.

PECULIARITIES OF REACTION OF COAST
IN THE EAST ARCTIC SEAS OF RUSSIA ON CLIMATIC CHANGES 70

СОДЕРЖАНИЕ

Физико-математические науки

<i>Басим Наджм Аль-дин Абед, Ноаман Салам Абдулхалек</i> ШИФРОВАННЫЙ ТЕКСТ КАК ЦВЕТНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ RGB	8
<i>Власов А.Н.</i> ТОРОИДАЛЬНЫЙ ТОКОВЫЙ СЛОЙ В ПЛАЗМЕННОМ ВИХРЕ И ВНУТРЕННЯЯ ИНЖЕКЦИЯ БЫСТРЫХ ИОНОВ. ЧАСТЬ 2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ	12
<i>Мацевский С.В., Рубинштейн Л.И.</i> МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ИГРЫ ФУТБОЛ И ХОККЕЙ НА БУМАГЕ	31

Технические науки

<i>Балгабеков Т.К., Елюбаева Ж.С., Исабаев М.С.</i> СПОСОБЫ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ АВТОМОБИЛЯ	34
<i>Давронов Ш.Р.</i> ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ, КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ, И ВЫЧИСЛЕНИЯ ВОЛЬТАМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ	37

Сельскохозяйственные науки

<i>Абдуллаева Х.З., Усмонходжаева Г.М.</i> ЗАЩИТА ИНТЕНСИВНЫХ ПЛОДОВЫХ САДОВ ОТ СОСУЩИХ ВРЕДИТЕЛЕЙ	41
<i>Ахмеджонов Д.Г., Ибрагимова Х.Р.</i> ВОДОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРИЕМЫ ПОЛИВА ХЛОПЧАТНИКА НА ПОЛЯХ С ВНУТРИПОЧВЕННЫМ ЭКРАНОМ ИЗ ПОЛИМЕР-ПОЛИМЕРНОГО КОМПЛЕКСА	43
<i>Долинный Ю.Ю., Абдуллаев К.К., Иванова Г.Н., Фердерер Э.И.</i> ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО КОМПЛЕКСУ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА	48

Исторические науки и археология

<i>Асланов А.П.</i> ИЗ ИСТОРИИ СРЕДНЕВЕКОВОГО ГОРОДА ИШТИХАН	52
<i>Быстренко В.И.</i> КАСПИЙ ВЧЕРА И СЕГОДНЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	55
<i>Варакса А.Н.</i> ИСПАНИЯ И ИСПАНЦЫ ВО ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЕ (ПО МАТЕРИАЛАМ РАБОТЫ А.В. ЕЛПАТЬЕВСКОГО «ГОЛУБАЯ ДИВИЗИЯ, ВОЕННЫЕ И ИНТЕРНИРОВАННЫЕ ИСПАНЦЫ В СССР»)	62

Науки о земле

Гаджиева Г.Н., Эюбова З.И.

ВЛИЯНИЕ ОСВОЕНИЯ ГОРНЫХ СКЛОНОВ НА СТЕПЕНЬ
РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ОТ БОЛЬШОГО КАВКАЗА..... 65

Разумов С.О.

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ БЕРЕГОВ ВОСТОЧНЫХ
АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ 70

UDC 53:51

CIPHER TEXT AS AN RGB COLOR IMAGE**Basim Najim Al-din Abed¹, Salam Abdulkhaleq Noaman²**The Department of Computer Science, the Faculty of Education for Pure Science
University of Diyala, Iraq

Abstract. The article deals with the process of transferring data over networks and the dangers that can be encountered. One way to protect data is to encrypt it before sending it to the transmission channels. Many researchers have introduced work to develop the substitution coding systems to makes it hard to be readable and secure. In this paper, a method was proposed to send encrypted data in an RGB color image format with the key. The encrypted message and the decryption key are arranged in the same order as the data in the RGB color model, each time there will be a different arrangement according to the agreement, which complicates this method.

Keywords: poly alphabet, Caesar encryption, text analysis, RGB image.

Introduction

This paper proposes a way to send the encrypt data it in RGB color image format, which may be unusual but simple to implement. The encrypted message and the key are arranged (and any other necessary information) are arranged depending on the order of color data in the RGB image.

As is well known, an RGB (red, green, blue) image is a three-dimensional byte array that explicitly stores a color value for each pixel in image. These arrays are made up of width, height of the image, and three color information channels. Scanned photographs are commonly stored as RGB images. One channel represents the amount of red in the image (the red channel), one channel represents the amount of green in the image (the green channel), and one channel represents the amount of blue in the image (the blue channel). [3]

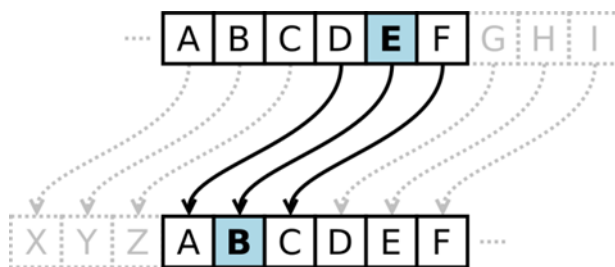
One channel will assigned to the encrypted text data, and the other assigned to the key, the third will use to extract the encrypted text and the key from this data structure (RGB image). The image file is sent to the recipient, which in turn reverses the previously agreed steps to extract the encrypted text and key and then extract the explicit text.

Related works

A modified and expanded version for Caesar cipher presents by Atish Jain, Ronak Dedhia, Abhijit Patil [1], using knowledge of mathematics and computer science to create a cipher text, which is nearly impossible to decode. Thus by uses the concepts of affine ciphers, transposition ciphers and randomized substitution techniques. In addition to generate two keys from a single key using complex key generation technique to provide more security. Enas and Farah [2] present new modification in which each letter in the plaintext is replaced by some fixed number of position down the alphabet. The result from this project is a data, which is encrypted and be decrypted to its readable form. Prachi Patni [6] present some modification to avoid Caesar cipher drawback by using variable key for each character, so plain text becomes difficult to decrypt. Kashish Goyal M. [5], Supriya Kingor was modified the traditional Caesar cipher and fixed the key size as one. Alphabet index is checked, if even then increase the value by one else alphabet index is odd decrease the key value by one.

Mathematical Description of Caesar algorithm [4]

In cryptography, a Caesar cipher, is one of the simplest and most widely known encryption techniques. It is a type of substitution cipher in which each letter in the plaintext is replaced by a letter some fixed number of positions down the alphabet. For example, with a left shift of 3, D would be replaced by A, E would become B, and so on.



Firstly, translate all of our characters to numbers, 'a'=0, 'b'=1, 'c'=2, ... , 'z'=25. then represent the Caesar cipher encryption function, $e(x)$, where x is the character we are encrypting, as:

$$e(x)=(x+k) \pmod{26} \tag{1}$$

where k is the key, (the shift) applied to each letter. After applying this function, the result is a number, which must then be translated back into a letter. The decryption function is:

$$e(x)=(x-k) \pmod{26} \tag{2}$$

The algorithm:

As is known, there are steps carried out by the sender, and other steps performed by the recipient for the purpose of obtaining explicit text, as follows:

Sender:

- step 1. Choose a secret key encryption algorithm in agreement with the recipient
- step 2. Map the message to one of the well-known agreed series like Ascii code
- step 3. Encrypt the explicit text using the agreed encryption algorithm
- step 4. Create three one-dimensional matrices R, G, B, respectively
- step 5. Fill the first matrix (R) with random numbers arranged in ascending order
- step 6. Fill in the array G with encrypted text
- step 7. Arrange the matrix R in descending order in conjunction with the matrix G
- step 8. Fill the array B with the key elements
- step 9. Again, the array R is randomly rearranged in conjunction with the G and B matrix
- step 10. The message (the three matrices) is sent as an RGB image file

Recipient:

The recipient reverses the steps taken by the sender to obtain the explicit text of the received message:

- step 1. Reorder of matrix R Ascending In conjunction with the matrix G and B, the matrix G now represents the encoded text
- step 2. Reorder matrix R Descending In conjunction with matrix G and B, matrix B now represents the key
- step 3. Restore the explicit text (Decrypt) using the agreed algorithm, the encrypted text and the key

Example:

Sender steps:

- step 1. Using the Caesar encryption algorithm with different displacements (representing the key)

step 2.

Alpha bet	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
Ascii Code	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9
Code	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	

step 3. The message is: GO HOME SOON

Caesar encryption algorithm with different displacements	Message	G	O	H	O	M	E	S	O	O	N
	Ascii Code	71	79	72	79	77	69	83	79	79	78
	Displacements	1	3	5	5	3	1	1	3	5	5
	Encrypted text	H	R	M	T	P	F	T	R	T	S

step 4.

R																											
G																											
B																											

step 5.

R	7	11	20	22	23	24	44	50	65	74
G										
B										

step 6.

R	7	11	20	22	23	24	44	50	65	74
G	H	R	M	T	P	F	T	R	T	S
B										

step 7.

R	74	65	50	44	24	23	22	20	11	7
G	S	T	R	T	F	P	T	M	R	H
B										

step 8.

R	74	65	50	44	24	23	22	20	11	7
G	S	T	R	T	F	P	T	M	R	H
B	1	3	5	5	3	1	1	3	5	5

step 9.

R	65	44	22	20	7	74	50	24	23	11
G	T	T	T	M	H	S	R	F	P	R
B	3	5	1	3	5	1	5	3	1	5

step 10. Indeed, the RGB file will like:

R	65	44	22	20	7	74	50	24	23	11
G	84	84	84	77	72	83	82	70	80	82
B	3	5	1	3	5	1	5	3	1	5

In the example used the alphabet instead of Ascii code for further clarification.

Recipient steps:

1.

R	7	11	20	22	23	24	44	50	65	74
G	H	R	M	T	P	F	T	R	T	S
B	5	5	3	1	1	3	5	5	3	1

The explicit text is: HRMTPFTRTS

2.

R	74	65	50	44	24	23	22	20	11	7
G	S	T	R	T	F	P	T	M	R	H
B	1	3	5	5	3	1	1	3	5	5

The key is: 1355311355.

3. Restore the message:

Encrypted text	H	R	M	T	P	F	T	R	T	S
Ascii Code	72	82	77	84	80	70	84	82	84	83
Displacements	1	3	5	5	3	1	1	3	5	5
Reversed Caesar algo	71	79	72	79	77	69	83	79	79	78
Explicit text	G	O	H	O	M	E	S	O	O	N

Result and conclusions

Substitution cipher algorithm can be implemented in many modified way to get better data secure. In this proposed method, many complications have been added to send encrypted messages. These messages are encoded using traditional substitution cipher algorithm, In addition to sending the message as an RGB color image, there are many other information that must be known by the intruder, such as:

- What is the numerical string matching text characters to it, there is infinity of the series
- What are the displacement keys used, there are an infinite number of possibilities
- Where was the encrypted text placed? In R, G, or B?
- Where is the key? In R, G, or B?
- Any of R, G, or B was used as Index?
- The encryption algorithm that was used.

REFERENCES

1. Atish Jain, Ronak Dedhia, Abhijit Patil, Enhancing the Security of Caesar Cipher Substitution Method using a Randomized Approach for more Secure Communication. Dept. of Computer Engineering D.J. Sanghvi College of Engineering Mumbai University, Mumbai, India. International Journal of Computer Applications (0975 – 8887), Volume 129 – No.13, November, 2015 6
2. Enas and Farah, Enhancement Caesar Cipher for Better Security. Baghdad University-College of Education for Women-Computer Dept. IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE), e-ISSN: 2278-0661, p- ISSN: 2278-8727 Volume 16, Issue 3, Ver. V (May-Jun. 2014), PP 01-05. www.iosrjournals.org
3. Gonzalez, Rafael C., and Richard E. Woods, Digital Image Processing, 3rd ed., Addison-Wesley, 1992.
4. JoAnn Ward, Caesar Ciphers: An Introduction to Cryptography, Klondike Middle School, Purdue University GK-12 2006-07
5. Kashish Goyal, Supriya Kinger, Modified Caesar Cipher for Better Security Enhancement. Department of Computer Science and Engineering, Sri Guru Granth Sahib World University, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 73– No.3, July 2013
6. Prachi Patni, A Poly-alphabetic Approach to Caesar Cipher Algorithm, Computer science and Engineering Department, Government College of Engineering, Aurangabad [Autonomous] Station Road, Aurangabad, Maharashtra, India. International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 4 (6), 2013, 954-959 www.ijcsit.com 954.

Материал поступил в редакцию 27.08.18.

ШИФРОВАННЫЙ ТЕКСТ КАК ЦВЕТНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ RGB

Басим Наджм Аль-дин Абед¹, Ноаман Салам Абдулхалек²
кафедра компьютерных наук, педагогический факультет
Дияла университет, Ирак

Аннотация. В статье речь идёт о процессе передачи данных через сети и опасности, с которыми можно столкнуться. Одним из способов защиты данных является их шифрование перед отправкой по каналам передачи. Многие исследователи представили работы по разработке замены систем кодирования, чтобы сделать их трудно читаемыми и безопасными. В данной работе был предложен метод для отправки зашифрованных данных в формате цветных изображений RGB с ключом. Зашифрованное сообщение и ключ дешифрования расположены в том же порядке, что и данные в цветовой модели RGB, каждый раз в соответствии с соглашением будет существовать другая договорённость, что усложняет этот метод.

Ключевые слова: поли алфавит, шифр Цезаря, текстовый анализ, RGB изображения.

УДК 533.9

ТОРОИДАЛЬНЫЙ ТОКОВЫЙ СЛОЙ В ПЛАЗМЕННОМ ВИХРЕ И ВНУТРЕННЯЯ ИНЖЕКЦИЯ БЫСТРЫХ ИОНОВ. ЧАСТЬ 2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

А.Н. Власов, доктор технических наук, профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет, Россия

Аннотация. Данная работа является продолжением исследований тороидального токового слоя в плазменном вихре и внутренней инжекции быстрых ионов, начатых в работе («Наука и Мир». 2018. № 8 (60)). Проведено количественное исследование индукционного газового разряда «инверсный тета-пинч», способного в плазменном вихре сформировать тороидальный токовый слой с убегающими электронами для генерации потока быстрых ионов с плотностью, достаточной для обеспечения интенсивных ядерных реакций.

Ключевые слова: тороидальный токовый слой, убегающие электроны, быстрые ионы, управляемый синтез.

Введение

Известно, что при нестационарных процессах взаимодействия сжимаемой электропроводной среды с магнитным полем может формироваться самоподдерживающийся, высокотемпературный, электропроводный слой (Т-слой) вследствие преимущественного выделения джоулева тепла в некоторой массе газа [17]. Экспериментально было показано, что в плазме, движущейся поперёк магнитного поля, возможно развитие неустойчивости, связанной с локальным перегревом, и приводящей к образованию структур (Т-слоёв) [7]. В экспериментах с Т-слоями в дисковом канале при наличии поперечного магнитного поля были выявлены следующие эффекты [8]:

- локализация электрического тока в газе;
- повышение в этой зоне температуры и электропроводности;
- усиление магнитогазодинамического взаимодействия;
- существование для каждого режима течения критического значения магнитного поля такого, что, действительная напряженность поля меньше критической, то эффект не возникает.

Все указанные эффекты имеют место, когда формируется тороидальный токовый слой (далее «ТТ-слой»). Но при индукционном импульсном разряде «инверсный тета-пинч», при котором введение энергии в ТТ-слой осуществляется на заднем фронте импульса сильного магнитного поля, имеют место дополнительные эффекты, связанные с особенностью алгоритма введения энергии в плазму.

Цель данной работы – провести количественный анализ процессов формирования ТТ-слоя при инверсном тета-пинче и получить соотношения, необходимые при проектировании реактора для ядерного синтеза на основе внутренней инжекции быстрых ионов.

2.1. МГДН-модель процессов формирования ТТ-слоя

«МГДН-модель» – это модель «магнитогидродинамического насоса», условно так названная по ассоциации с моделью «снежного плуга», применявшейся при описании процессов формирования обычного тета-пинча. Согласно модели «снежного плуга» при быстром нарастании магнитного поля создаётся токовый слой, который заставляет все частицы двигаться с одинаковой скоростью в направлении более слабого магнитного поля, т.е. к центру камеры [9].

В нашем случае будем использовать подобную приближенную модель (МГДН-модель), в которой также полагается, что формируется токовый слой, но, если при обычном тета-пинче этот токовый слой как бы «сгребаёт» плазму к центру разрядной камеры, то при инверсном тета-пинче токовый слой наоборот, как бы «отгребаёт», или «выкачивает», плазму из центра камеры [5]. Это связано с тем, что, при инверсном тета-пинче индукция поля является более сильной в центре камеры из-за эффекта «замораживания» плазмой силовых линий магнитного поля. ТТ-слой при этом выкачивает плазму подобно МГД-Насосу [16], что и обусловило выбор условного названия модели (МГДН).

Для реализации импульсных индукционных разрядов типа тета-пинч (как обычного, так и инверсного) требуется выполнение следующих условий:

- пиковое значение магнитного давления должно существенно превышать газодинамическое давление плазмы

$$B_{\max}^2 \gg 2\mu_0 p, \quad (2.1)$$

- скорость изменения магнитного потока должна обеспечивать достаточную напряженность вихревого электрического поля протекания тока в плазме:

$$|\partial B/\partial t| \geq 2E_a/a, \quad (2.2)$$

где B_{\max} – амплитуда импульса индукции внешнего магнитного поля, $\partial B/\partial t$ – скорость изменения индукции этого поля, E_a – напряженность электрического поля разрядном контуре, μ_0 – магнитная постоянная, p – газокINETическое давление плазмы (центробежными силами вращающихся электронов в используемом приближении будем пренебрегать).

В принимаемой МГДН-модели поведение электронов в плазме в присутствии электрического и магнитного полей будем рассматривать в рамках элементарной теории, когда всё внимание концентрируется на одном отдельном «среднем» электроны, а при переходе к макроскопическим величинам считается, что все электроны ведут себя одинаково. Подобный подход вполне оправдал себя при описании многих свойств газовых разрядов [12].

В рамках МГДН-модели также полагается, что радиус ТТ-слоя не изменяется и равен радиусу, который соответствует равновесию магнитогидродинамической конфигурации. Это позволяет разделить электродинамическую и газодинамическую задачи.

2.2. Электродинамическая задача

Целью решения электродинамической задачи является определение динамики разрядного тока в ТТ-слое, схематично показанного на рис. 1.

Далее будем проводить анализ, используя цилиндрическую геометрию плазмы, ограничиваясь рассмотрением тороидальной конфигурации с высоким аспектным отношением A :

$$A = \frac{R}{a} \gg 1, \quad (2.3)$$

где R и a – большой и малый радиусы ТТ-слоя, соответственно.

Пусть магнитное поле создаётся длинной катушкой (рис. 2.1, a): $2\pi R$ – длина катушки, E – напряженность вихревого электрического поля, I – первичный ток (ампер-витки, N – число витков), I_{\max} – амплитуда импульса, E_{xc} – предварительный импульс возбуждения плазмы, J – наведенный ток (вторичный ток) в плазменном витке – токовом слое, B – индукция суммарного магнитного поля, E_a – напряженность электрического поля в разрядном контуре с радиусом a , τ_b – длительность заднего фронта импульса первичного тока, τ_p – время выкачивания плазмы из внутреннего пространства ТТ-слоя, τ_a – время от начала фронта спада первичного тока I до установления равновесного тока J_0 , при котором магнитное давление $B_0^2/(2\mu_0)$ уравновешивается давлением окружающей плазмы p (см. формулу (1.7) первой части работы):

$$J_0 = 2\pi R \cdot \sqrt{2p/\mu_0}. \quad (2.4)$$

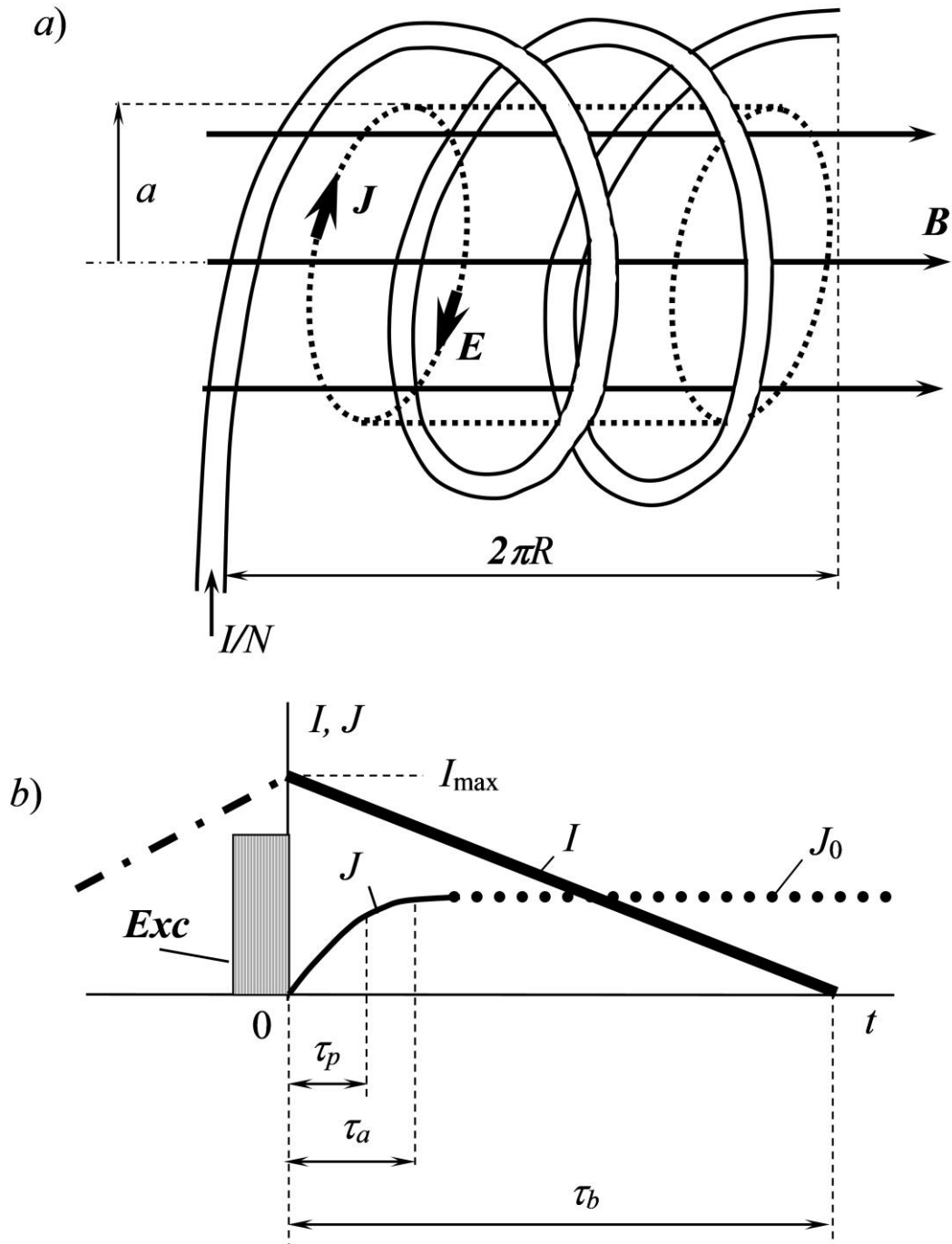


Рис. 2.1. Индукционный разряд, возбуждаемый сильным быстроспадающим магнитным полем: а – взаимное расположение катушки и плазменного витка в виде токового слоя; б – эюры первичного и вторичного токов

Для отрезка времени $0 \leq t \leq \tau_b$ после предварительного прогревающего импульса Exc (см. рис. 2.2, б) в рамках МГДН-модели (без нарушения общности рассмотрения, как будет показано далее) принимается линейный спад величины первичного тока

$$I(t) = I_{\max}(\tau_b - t)/\tau_b. \quad (2.5)$$

Уравнение Максвелла для системы (рис. 2.1, а) можно записать в виде

$$\oint_{(2\pi a)} E dl = -\frac{\mu_0}{2\pi R} \frac{\partial}{\partial t} \int_{(\pi a^2)} [I(t) + J(t)] dS, \quad (2.6)$$

а закон Ома для вторичного тока можно записать в виде

$$J(t) = 2\pi a E / Z(t), \quad (2.7)$$

где $Z(t)$ – электрическое сопротивление плазменного контура.

Решение уравнения (2.6) учётом (2.5), (2.7) и (2.4) для пустой камеры (без плазмы $Z(t) = \infty$), а также для равновесного тока $J = J_0 = const$ имеет вид

$$E = \frac{\mu_0}{4\pi A} \cdot \frac{I_{\max}}{\tau_b}. \quad (2.8)$$

Если напряженность электрического поля (2.8) превышает напряженность электрического поля E_a разрядного контура, т.е. если $E \geq E_a$ (2.2), то в плазменном витке будет протекать ток J . Из (2.8) вытекает оценочное требование к длительности заднего фронта τ_b импульса первичного тока при заданных I_{\max} и A :

$$\tau_b = \frac{\mu_0 I_{\max}}{4\pi A E_a}. \quad (2.9)$$

Величина E_a определяется экспериментально.

Для нахождения вторичного тока $J(t)$ положим в первом приближении в формуле (2.7) $Z(t) = \langle Z \rangle$, т.е. будем ориентироваться на некоторое среднее сопротивление $\langle Z \rangle$, не зависящее от времени. Это оправдывается тем, что электроны переходят в режим непрерывного ускорения (как будет показано далее), и в течение значительного времени выполняется соотношение (2.8). В этом случае из уравнения (2.6) с учётом (2.5), (2.7) и (2.8) после преобразований получаем дифференциальное уравнение

$$\frac{dJ(t)}{dt} + \frac{J(t)}{\tau_a} = \frac{I_{\max}}{\tau_b}, \quad (2.10)$$

где τ_a (см. рис. 2.1, b) равно:

$$\tau_a = \mu_0 a / (2A \langle Z \rangle). \quad (2.11)$$

Практический интерес представляет случай, когда соблюдается условие

$$\tau_a / \tau_b \ll 1, \quad (2.12)$$

поскольку именно в этом случае, как будет показано далее, в плазму может быть введена значительная энергия, поглощаемая убегающими электронами. При $0 \leq t \leq \tau_b$ уравнение (2.10) имеет решение

$$J(t) = \frac{\tau_a I_{\max}}{\tau_b} \cdot \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_a}\right) \right]. \quad (2.13)$$

Эпюра вторичного тока $J(t)$ при соблюдении условия (2.12) показана на рис. 1, b.

При $t \rightarrow \infty$ имеем:

$$J(\infty) = J_0 = \frac{\tau_a I_{\max}}{\tau_b}. \quad (2.14)$$

Из (2.14) следует:

$$\frac{\tau_a}{\tau_b} = \frac{J_0}{I_{\max}}. \quad (2.15)$$

С учётом (2.15) формула (2.13) может быть приведена к виду:

$$J(t) = J_0 \cdot \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_a}\right) \right]. \quad (2.16)$$

2.3. Газодинамическая задача

Целью решения газодинамической задачи является нахождение времени выкачивания плазмы из внутреннего объёма ТТ-слоя. Отметим, что эта задача решается при выполнении условия (2.1), т.е. когда пиковое значение магнитного давления во много раз превышает газокINETическое давление плазмы. Плазма является диамагнетиком, и поэтому она стремится покинуть область пространства с более сильным магнитным полем, в нашем случае – это область пространства внутри ТТ-слоя.

При появлении разрядного тока $J(t)$ в плазме на малые площадки ds токового слоя (см. рис. 2.2) действуют силы Ампера dF , равные

$$dF = (2\mu_0)^{-1} \left[(B_I + B_J)^2 - B_I^2 \right] ds, \quad (2.17)$$

где B_I – индукция магнитного поля, создаваемая первичным током I , а B_J – вторичным током J .

Силы Ампера (2.17) направлены в сторону от центра камеры к её периферии, рис. 2.2, и они выкачивают плазму также, как любая токопроводящая жидкость выкачивается МГД-насосом [16].

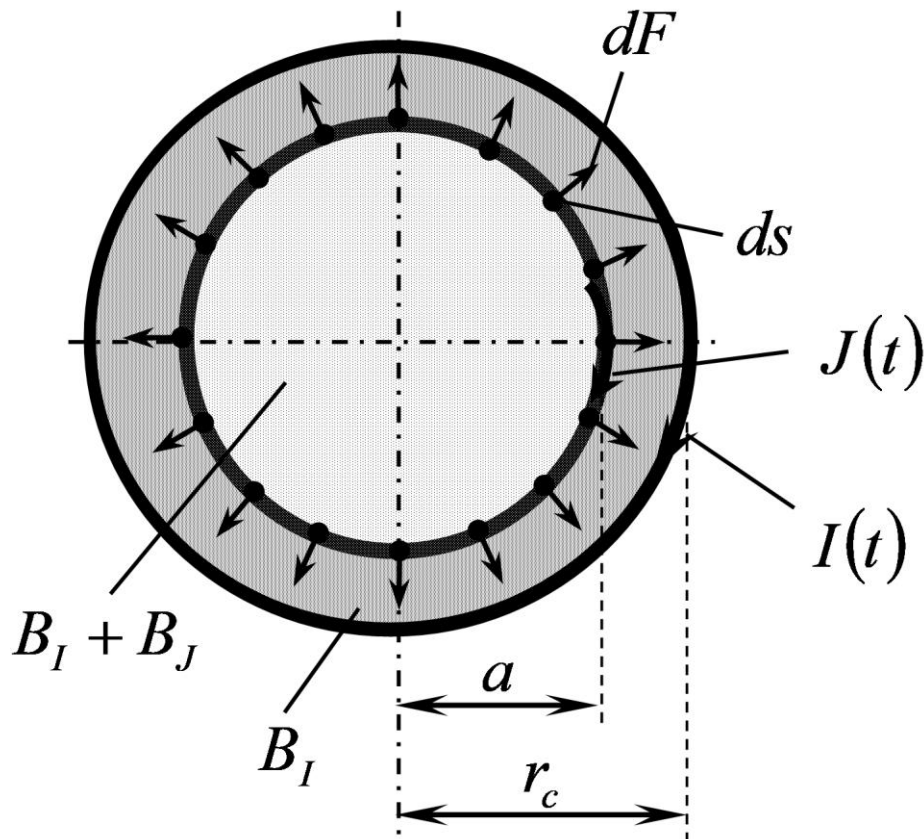


Рис. 2.2. Схематическое изображение процесса откачки плазмы из внутреннего объёма ТТ-слоя в момент времени $0 < t < \tau_p$. Показано цилиндрическое сечение в тороидальной камере с малым радиусом r_c

По мере уменьшения первичного тока $I(t)$ и увеличения разрядного тока $J(t)$ на противоположных поверхностях токового слоя при относительно небольшом токе $J \cong J_0^2 / (2I_{\max})$ разность магнитных давлений (2.17) достигает газокINETического давления p плазмы:

$$dF/ds = (2\mu_0)^{-1} [(B_t + B_r)^2 - B_t^2] \cong p. \quad (2.18)$$

Очевидно, что в этом случае имеет место интенсивный процесс выкачивания плазмы из внутреннего пространства ТТ-слоя, и плотность плазмы уменьшается.

Для нахождения времени выкачивания плазмы изнутри ТТ-слоя в рамках одномерной магитогидродинамики [17] запишем уравнение неразрывности для плазмы внутри цилиндрического сечения ТТ-слоя:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r\rho v) = 0, \quad (2.19)$$

где ρ – плотность плазмы внутри токового слоя, v – скорость эвакуации этой плазмы, r – текущий радиус.

В рамках МГДН-модели для прикидочных оценок времени выкачивания плазмы проведём в (2.19) замены переменных:

- $\rho(r, t) \rightarrow \bar{\rho}(t)$, где $\bar{\rho}(t)$ – усреднённая плотность плазмы:

$$\bar{\rho}(t) = \frac{1}{a} \int_0^a \rho(r, t) dr; \quad (2.20)$$

- $v(r, t) \rightarrow \bar{v}(t)$, где $\bar{v}(t)$ – усреднённая скорость:

$$\bar{v}(t) = \frac{1}{a} \int_0^a v(r, t) dr; \quad (2.21)$$

- $r \rightarrow a$.

Скорость выкачиваемого газа не может превышать скорость распространения волны в нём, и в рамках МГДН-модели в одномерном приближении будем полагать, что плазма покидает внутреннюю область ТТ-слоя со скоростью, равной скорости волны в стержне [18]:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{dF}{\rho ds}}. \quad (2.22)$$

С учётом (2.18) и (2.4) формула (2.22) приводится к виду:

$$\bar{v} = \frac{J_0}{\pi R} \sqrt{\frac{\mu_0}{2\rho}}. \quad (2.23)$$

Подставив (23) в (19) и проведя замену переменных (2.20) и (2.21) получаем дифференциальное уравнение, зависящее только от времени:

$$\frac{d\bar{\rho}}{dt} + \frac{J_0 \sqrt{\mu_0 \bar{\rho}}}{\pi a R \sqrt{2}} = 0. \quad (2.24)$$

Решение уравнения (2.24) с учётом начальных условий $\bar{\rho}(t=0) = \rho_0$ для интервала времени $0 \leq t \leq \tau_p$:

$$\bar{\rho}(t) = \rho_0 \left(1 - \frac{t}{\tau_p} \right)^2, \quad (2.25)$$

где τ_p – время выкачивания плазмы:

$$\tau_p = \frac{2\pi a R}{J_0} \sqrt{\frac{2\rho_0}{\mu_0}}. \quad (2.26)$$

Для практических оценок формулу (2.26) удобно записать в виде:

$$\tau_{(\mu s)} \approx 8 \cdot 10^3 a R \sqrt{\rho_0} / J_{(MA)}, \quad (2.27)$$

где время $\tau_{(\mu s)}$ выражено в микросекундах, равновесный ток $J_{(MA)}$ – в мегамперах, а остальные величины – в единицах системы СИ.

Пусть, к примеру, $a=0,01$ м, $R=0,05$ м, $J_{(MA)}=0,1$ МА, $\rho_0=0,025$ кг/м³, тогда $\tau_{(\mu s)}=6$ мкс.

2.4. Убегающие электроны

Откачка плазмы из области пространства внутри ТТ-слоя создает благоприятные условия для генерации убегающих электронов. Это следует из соотношения для Драйсеровского поля E_{cr} [11]

$$\frac{m_e v_{cr}^2}{2e} = \frac{e^2 n \ln \Lambda}{4\pi \varepsilon_0^2 E_{cr}}, \quad (2.28)$$

где E_{cr} – критическое электрическое поле, при котором электроны, создающие ток плазмы, за короткое время (порядка времени столкновений электронов с ионами [3]) становятся убегающими, m_e – масса электрона, v_{cr} – его критическая скорость, e – элементарный заряд, $\ln \Lambda$ – кулоновский логарифм, ε_0 – электрическая постоянная, n – концентрация плазмы.

Соотношение (2.28) при $\ln \Lambda = 20$ можно представить в виде:

$$W_{eV} = 5 \cdot 10^{-16} n / E, \quad (2.29)$$

где W_{eV} – энергия электрона, выраженная в электрон-вольтах.

Если откачивание плазмы происходит до концентрации $n = 10^{19}$ м⁻³ (средний вакуум), то при $E = 5000$ В/м (реально достижимо, как будет показано далее) электроны становятся убегающими при энергии $W_{eV} = 1$ эВ (температура плазмы 11600 К).

На появившиеся убегающие электроны действует сила со стороны вихревого электрического поля E (2.8), и они благодаря этому приобретают импульс

$$P_e = eE(\tau_b - \tau_a). \quad (2.30)$$

Для дальнейшего рассмотрения представляет интерес случай, при котором убегающие электроны разгоняются до скоростей, близких к скорости света, когда релятивистский фактор γ достаточно велик:

$$\gamma = [1 - (v_e/c)^2]^{-1/2} \gg 1, \quad (2.31)$$

где v_e – скорость электрона в конце периода ускорения, c – скорость света.

С учетом (2.8) и (2.30) энергия убегающего электрона W_e и релятивистский фактор γ в конце цикла ускорения составят

$$W_e = cP_e = \frac{m_e c^2 (I_{\max} - J_0)}{I_0 A}, \quad (2.32)$$

$$\gamma = \frac{W_e}{m_e c^2} = \frac{(I_{\max} - J_0)}{I_0 A}, \quad (2.33)$$

где I_0 – фундаментальная постоянная размерности тока [1]:

$$I_0 = 4\pi c m_e / (\mu_0 e) \approx 17 \cdot 10^3 \text{ А}. \quad (2.34)$$

С учётом (2.34) формулу (2.32) можно представить в удобном для дальнейших оценок виде:

$$W_{(\text{MeV})} = 30 \cdot (I_{(\text{MA})} - J_{(\text{MA})}) / A, \quad (2.35)$$

где $W_{(\text{MeV})}$ – энергия убегающего электрона, выраженная в МэВ, $I_{(\text{MA})}$ – амплитуда первичного тока, выраженная в МА, $J_{(\text{MA})}$ – равновесный ток, выраженный в МА.

Количество убегающих электронов K_e для ультрарелятивистского случая (2.31) можно определить на основе соотношения $J_0 = ceK_e / (2\pi a)$ [4], из которого с учётом (2.4) следует

$$K_e = \frac{4\pi^2 Ra}{ce} \cdot \sqrt{\frac{2p}{\mu_0}}. \quad (2.36)$$

Заметим, что по окончании процесса формирования в ТТ-слое отсутствует ток обычных электронов плазмы, а имеется лишь ток убегающих релятивистских электронов, поскольку это энергетически более выгодно: релятивистские электроны благодаря резкому снижению потерь от столкновений с ионами, как будет показано далее, обеспечивают гораздо меньшее сопротивление разрядного контура по сравнению с обычными электронами плазмы.

2.5. Структура ТТ-слоя

ТТ-слой имеет тонкую структуру, как было показано в работе [4], рис. 2.3. На рисунке приняты следующие обозначения: a и R – малый и большой радиусы ТТ-слоя, соответственно, r – текущий радиус, $\mathbf{B}(r)$ – индукция магнитного поля, создаваемого током убегающих электронов, \mathbf{E}_r – напряженность радиального электрического поля, удерживающего на орбите убегающие электроны, \mathbf{V}_e – скорость убегающих электронов, $\boldsymbol{\tau}$ – единичный тангенциальный вектор, \mathbf{n} – нормаль.

Структура ТТ-слоя имеет следующие особенности:

- Слой убегающих электронов окружен наружной низкотемпературной плазмой, имеющей в своём составе достаточное количество ионов водорода (протонов или дейтронов). Посредством столкновений протоны или дейтроны «заталкиваются» в пространство внутри слоя убегающих, в результате чего образуется слой фоновых ионов, нейтрализующий заряд слоя убегающих электронов. При этом тепловые электроны, ионы и нейтральные атомы наружной плазмы не пропускаются во внутрь слоя убегающих электронов благодаря сильному локальному потенциалу, создаваемому плотным потоком убегающих электронов.
- Ионы внешней плазмы посредством столкновений на границе кольца свободно обмениваются энергией с фоновыми ионами внутреннего слоя, поскольку слой убегающих электронов, как будет показано далее, практически прозрачен для протонов и дейтронов.
- Газокинетическое давление внешнего газа передаётся внутреннему слою фоновых ионов ТТ-слоя, а давление магнитного поля воспринимается электронным слоем кольца. В этом случае имеет место баланс давлений электрического и магнитного полей, при котором

$$B_0^2 / \mu_0 = \varepsilon_0 E_r^2 = 2p, \quad (2.37)$$

где ε_0 – электрическая постоянная,

$$B_0 = \mu_0 J_0 / (2\pi R), \quad (2.38)$$

$$p = 2n_0 k T_i. \quad (2.39)$$

Здесь n_0 – концентрация ионов плазмы на внешней границе ТТ-слоя (предполагается равенство электронной и ионной температур), k – постоянная Больцмана, T_i – ионная температура.

На основе соотношений (2.37) (2.38) и (2.39) можно оценить эффективную толщину δa_i слоя фоновых ионов, поскольку ионы, как и любые частицы в потенциальном поле, должны подчиняться распределению Больцмана. В этом случае для относительного изменения концентрации n/n_0 по оси x , направленной от периферийной поверхности ТТ-слоя к его оси, имеет место соотношение:

$$\frac{n(x)}{n_0} = \exp\left(-\frac{e\langle E_r \rangle x}{k T_i}\right) = \exp\left(-\frac{x}{\delta a_i}\right), \quad (2.40)$$

где $\langle E_r \rangle$ – усреднённое радиальное электрическое поле. Это поле создаётся самими фоновыми ионами, поэтому

$$\langle E_r \rangle = E_r / 2. \quad (2.41)$$

Комбинируя (2.40), (2.41), (2.37) (2.39), получаем

$$\delta a_i = \sqrt{\frac{\varepsilon_0 k T_i}{e^2 n_0}}. \quad (2.42)$$

Нетрудно заметить, что толщина δa_i слоя фоновых ионов в ТТ-слое совпадает с дебаевским радиусом экранирования [18].

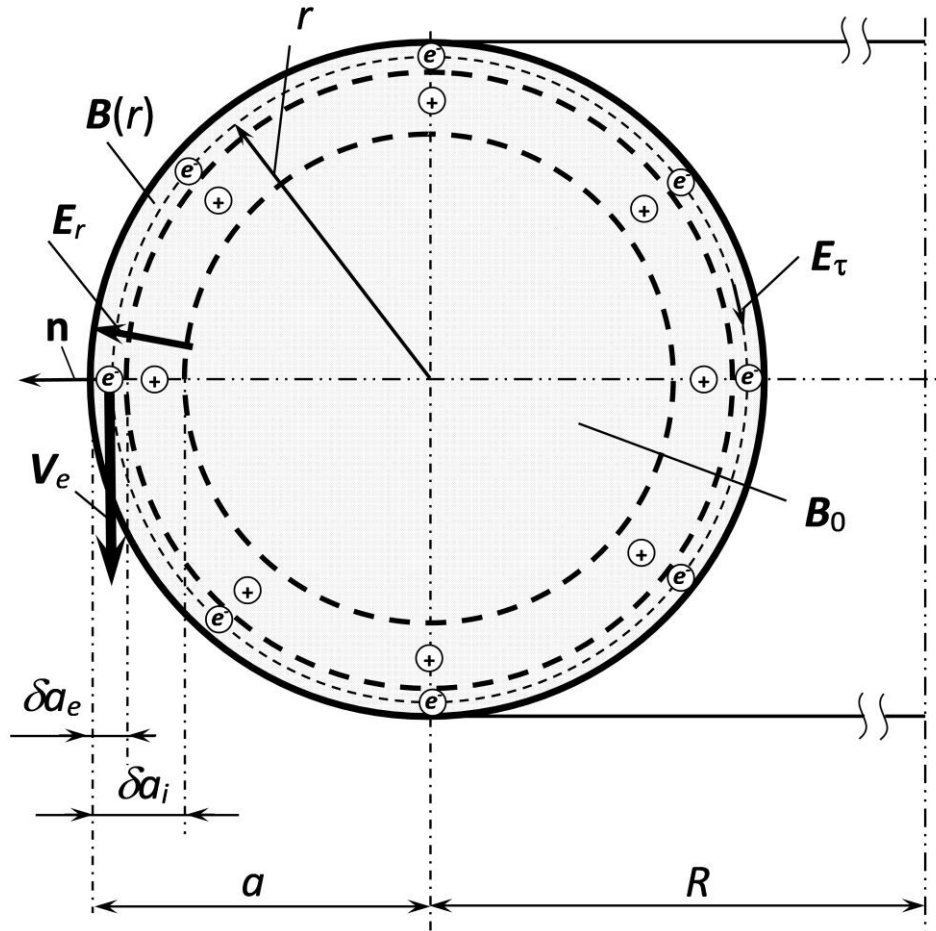


Рис. 2.3. Структура ТТ-слоя: «e» – слой убегающих электронов с эффективной толщиной δa_e , «+» – слой фоновых ионов с эффективной толщиной δa_i . Слой убегающих электронов окружает наружная низкотемпературная плазма, не показанная на чертеже

Эффективную толщину слоя убегающих электронов найдём на основе известных электротехнических соотношений и формулы для проводимости плазмы:

$$J_0 = j_e \cdot 2\pi R \delta a_e, \quad (2.43)$$

$$j_e = \sigma_e \cdot E_\tau, \quad (2.44)$$

$$\sigma_e = (n_0 e^2 / m_e) \cdot \tau_{e1}, \quad (2.45)$$

где j_e – плотность тока, σ_e – удельная проводимость, E_τ – напряженность электрического поля в контуре слоя убегающих электронов, τ_{e1} – время, за которое убегающий электрон теряет свою энергию.

Для ориентировочных оценок время τ_{e1} можно найти из приближенного соотношения

$$\gamma m_e c^2 = e E_\tau c \tau_{e1}. \quad (2.46)$$

Используя соотношениями (2.43), (2.44), (2.45), (2.46), (2.4), (2.39) после преобразований получаем:

$$\delta a_e = \frac{2}{\gamma} \sqrt{\frac{\varepsilon_0 k T_i}{e^2 n_0}}. \quad (2.47)$$

Сравнивая (2.47) с (2.42) получаем

$$\frac{\delta a_e}{\delta a_i} = \frac{2}{\gamma}. \quad (2.48)$$

В нашем случае $\gamma \gg 1$, следовательно $\delta a_e \ll \delta a_i$.

Таким образом, согласно принятой МГДН-модели, убегающие электроны становятся релятивистскими по окончании ввода энергии в плазму, и они удерживаются на орбите электрическим полем, создаваемым объёмным зарядом фоновых ионов. Эти ионы, в свою очередь, внутри слоя удерживаются за счёт столкновений с ионами наружной плазмы, т.е. фоновые ионы фактически воспринимают давление наружной плазмы.

2.6. Уравнение движения релятивистского электрона в ГТ-слое

Рассмотрим задачу о распространении выделенного релятивистского электрона на границе тороидального магнитного поля, создаваемого слоем убегающих электронов. Для этого на основе второго закона Ньютона напишем релятивистское уравнение движения электрона со скоростью \mathbf{V}_e поперёк линий магнитного поля с индукцией \mathbf{B} по круговой орбите с текущим радиусом r , на которой он удерживается электрическим полем \mathbf{E} (на рис. 2.3 оно показано как поле E_r):

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{m_e \mathbf{V}_e}{\sqrt{1 - V_e^2/c^2}} \right) = e\mathbf{E} - e\mathbf{V}_e \times \mathbf{B} + \mathbf{F}_c. \quad (2.49)$$

Вектор \mathbf{V}_e при условии $\langle r \rangle = a$ можно разложить на тангенциальную и нормальную составляющие:

$$\mathbf{V}_e = \omega a \boldsymbol{\tau} + \frac{dr}{dt} \mathbf{n}, \quad (2.50)$$

где ω – угловая скорость, с которой поворачивается радиус-вектор электрона.

Естественно допустить, что при движении релятивистского электрона в нашем случае имеет место $|a - r| \ll a$, $|\partial r / \partial t| \ll \omega a$, тогда, принимая во внимание то, что вблизи от релятивистских электронов индукция магнитного поля зависит от радиуса, $B = B(r)$, выражение $e\mathbf{V}_e \times \mathbf{B}$ можно представить в виде (с учётом ориентации векторов и формулы (2.50)):

$$e\mathbf{V}_e \times \mathbf{B} = -e\omega a |B(r)| \mathbf{n}, \quad (2.51)$$

причём в области локализации релятивистских электронов $a - \delta a_e \leq r \leq a$ имеет место

$$|B(r)| = B_0 \left[1 - \frac{1}{\delta a_e} \int_{a - \delta a_e}^r f_e(r) dr \right], \quad (2.52)$$

где $f_e(r)$ – функция распределения плотности электронов по текущему радиусу r , B_0 – индукция магнитного поля на оси кольца.

Вектор электрического поля \mathbf{E} также разложим на нормальную и тангенциальную составляющие

$$\mathbf{E} = E_0 \mathbf{n} + E_+ \boldsymbol{\tau}, \quad (2.53)$$

где E_0 – поле, удерживающее релятивистский электрон на орбите, E_+ – электрическое поле, ускоряющее

движение электрона. Это поле может возникать при изменении магнитного потока $\Phi = \pi r^2 \langle B \rangle$ через поверхность, охватываемую орбитой $r \cong a$:

$$E_+ = -\frac{1}{2\pi a} \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{1}{2a} \frac{d}{dt} (r^2 \langle B \rangle), \quad (2.54)$$

где $\langle B \rangle$ – среднее по площади орбиты значение индукции магнитного поля.

Электрическое поле, удерживающее электроны на орбите, учитывая, что $\delta\alpha_i \gg \delta\alpha_e$, запишем на основе (2.37):

$$E_0 = cB_0. \quad (2.55)$$

Обобщённую силу возмущений при столкновениях электронов с ионами запишем в виде

$$\mathbf{F}_c = \left(F_c - \chi \frac{dr}{dt} \right) \mathbf{n} - eE_\tau \cdot \boldsymbol{\tau}, \quad (2.56)$$

где F_c – поперечная возмущающая сила при кулоновских столкновениях, χ – коэффициент сопротивления, E_τ – электрическое поле, замедляющее движение электрона в контуре протекания потока релятивистских электронов:

$$E_\tau = ZJ_0 / (2\pi a), \quad (2.57)$$

где Z – сопротивление, определяемое общими потерями энергии электронами в кольце за один оборот.

Подставляя (2.50), (2.51), (2.52), (2.53), (2.54), (2.55), (2.56), (2.57) в (2.49), произведя дифференцирование и пренебрегая малыми слагаемыми высшего порядка, получаем уравнение движения релятивистского электрона в ТТ-слое:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} (\gamma m_e V_e) \cdot \boldsymbol{\tau} + \gamma m_e \left(\omega^2 r + \frac{d^2 r}{dt^2} \right) \cdot \mathbf{n} = ecB_0 \cdot \mathbf{n} - \frac{e}{2r} \frac{d}{dt} (r^2 \langle B \rangle) \cdot \boldsymbol{\tau} - \\ - e\omega a B_0 \left[1 - \frac{1}{\Delta_e} \int_{a-\Delta_e}^r f_e(r) dr \right] \cdot \mathbf{n} - \frac{eZJ_0}{2\pi a} \cdot \boldsymbol{\tau} - \chi \frac{dr}{dt} \cdot \mathbf{n} + F_c \cdot \mathbf{n}. \end{aligned} \quad (2.58)$$

2.7. Подпитка электронов энергией внутреннего магнитного поля

Рассмотрим эволюцию скорости движения релятивистского электрона относительно касательной к траектории. Для этого приравняем в уравнении (2.58) множители при орте $\boldsymbol{\tau}$, положим $r = a$ и учтём, что на основании (2.38) имеет место $\langle B \rangle = \text{const}$. В результате получим

$$\frac{d}{dt} (\gamma m_e V_e) = -\frac{eZJ_0}{2\pi a} - e \langle B \rangle \frac{da}{dt}. \quad (2.59)$$

Первый член правой части уравнения (2.59) отображает столкновительные и другие потери энергии релятивистского электрона, а второй член – обмен энергии электрона с внутренним магнитным полем кольца. Заметим, что при постоянном давлении наружной плазмы и отсутствии внешнего магнитного поля второй член в правой части

уравнении (2.59) не может быть отрицательным, поскольку $\frac{da}{dt} \leq 0$. Из сказанного следует, что столкновительные

и другие потери энергии релятивистского электрона в контуре протекания равновесного тока ТТ-слоя могут быть компенсированы (хотя бы частично) при соответствующем изменении объёма внутреннего магнитного поля. Другими словами, при уменьшении размеров ТТ-слоя происходит подпитка энергией релятивистских электронов за счёт энергии внутреннего магнитного поля, объём которого соответствующим образом уменьшается.

2.8. Каналирование и коллективизация убегающих электронов

В общем случае эффект каналирования релятивистских частиц реализуется при распространении пучка этих частиц в области потенциальной ямы, например, при распространении пучка релятивистских электронов в интенсивном интерференционном электромагнитном поле [2].

В рассматриваемом ТТ-слое потенциальная яма имеется в зоне распространения убегающих электронов, ставших релятивистскими, на границе раздела тороидального магнитного поля и внешней плазмы в слое толщиной δa_e (см. рис. 2.3). Это связано с тем, что магнитное поле, создаваемое слоем убегающих (релятивистских) электронов, резко падает в направлении текущего радиуса r внутри самого слоя (рис. 2.3), поэтому в скрещенных электрическом и магнитном полях внутри слоя толщиной δa_e образуется потенциальная яма, в которую затягиваются релятивистские электроны.

Найдём уравнение движения электрона по орту \mathbf{n} . Для этого в уравнении (2.58) приравняем множители при орте \mathbf{n} , введём новую переменную $\xi = [r - (a - \delta a_e)] / \delta a_e$ и положим в первом приближении $f_e(r) = 1$. Тогда, учитывая равновесное состояние ТТ-слоя, получаем уравнение

$$\frac{d^2 \xi}{dt^2} + \frac{2}{\tau_e} \frac{d\xi}{dt} + \Omega^2 \xi = F_c / (\gamma m_e \delta a_e), \quad (2.60)$$

где $\tau_e = 2\gamma m_e / \chi$ – постоянная времени затухания осцилляций электрона, а Ω – частота осцилляций:

$$\Omega = \sqrt{eV_e B_0 / (\gamma m_e \delta a_e)}. \quad (2.61)$$

Из уравнения (2.60) следует, что возникающие под действием внешней силы F_c относительные отклонения ξ от средней траектории движения релятивистских электронов с частотой Ω (2.61) в ТТ-слое за время τ_0 подавляется. В результате эти электроны на энергетической шкале находятся внутри энергетической ямы глубиной $\sim eE_a \delta a_e$ и шириной $\sim \delta a_e$. Другими словами, они двигаются как бы в канале шириной $\sim \delta a_e$.

В результате эффекта каналирования толщина электронного потока уменьшается до минимальной величины, составляющей один электрон, как это ранее было показано в работе [4]. При этом релятивистские электроны за счёт взаимного электростатического отталкивания и с учётом того, что магнитная сила всегда слабее кулоновской [13], распределяются по виртуальным ячейкам, движущимся со скоростью V_e , в каждой из которых находится по одному электрону, что соответствует принципу Паули. Объём виртуальной ячейки с учётом (2.47), (2.36) составляет величину

$$\delta_e^3 \sim 4\pi^2 R a \delta a_e / K_e = \frac{1}{m_0}. \quad (2.62)$$

Объём дебаевской сферы экранирования фоновыми ионами на основании (2.42) составляет

$$\delta_i^3 \sim (\delta a_i)^3 = \left(\frac{\varepsilon_0 k T_i}{e^2 n_0} \right)^{3/2} \quad (2.63)$$

Отношение объёма виртуальной ячейки к объёму дебаевского экранирования на основе (2.62) и (2.63) составляет величину:

$$\delta_e^3 / \delta_i^3 = \frac{e^3 \sqrt{n_0}}{\gamma (\varepsilon_0 k T_i)^{3/2}}. \quad (2.64)$$

Пусть, например, $n_0 = 3 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$, $T_i = 11600 \text{ К}$, $\gamma = 20$, тогда согласно (2.64) имеем $\delta_e^3 / \delta_i^3 = 0,16$.

Полученный результат свидетельствует о том, что благодаря удачному случайному совпадению обстоятельств релятивистские электроны в локальной зоне их распространения в ТТ-слое слабо экранируются фоновыми ионами. В этом случае между релятивистскими электронами в ТТ-слое имеет место сильная электрическая и электромагнитная связь. Движение этих электронов синхронизируется, и они становятся **когерентными**, поскольку их длины волн де Бройля становятся идентичными.

Если коллективизированный релятивистский электрон сталкивается с ионом, то импульс и энергия отдачи передаются не только одному электрону, но и всему коллективу электронов. Масса же большого коллектива связанных релятивистских электронов намного превышает массу одного отдельно взятого рассеиваемого иона. Поэтому в отличие от обычной плазмы релятивистский электрон в ТТ-слое ведёт себя при кулоновских столкновениях по отношению к иону как **тяжелая** частица.

2.9. Столкновительные потери в ТТ-слое

Столкновительные потери будем рассматривать как доминирующий вид потерь. Потерями на синхротронное излучение можно пренебрегать, т.к. эффект коллективизации синхронизирует движение релятивистских электронов и практически равномерно распределяет эти электроны по окружности вращения. В этом случае в любой момент времени в любой точке пространства плотность заряда близка к константе, и, следовательно, перемещение излучающего заряда отсутствует. Конечно же, каждый отдельно рассматриваемый релятивистский электрон в ТТ-слое излучает, но благодаря эффекту коллективизации данное излучение поглощается (утилизируется) соседними релятивистскими электронами и наружу не выходит.

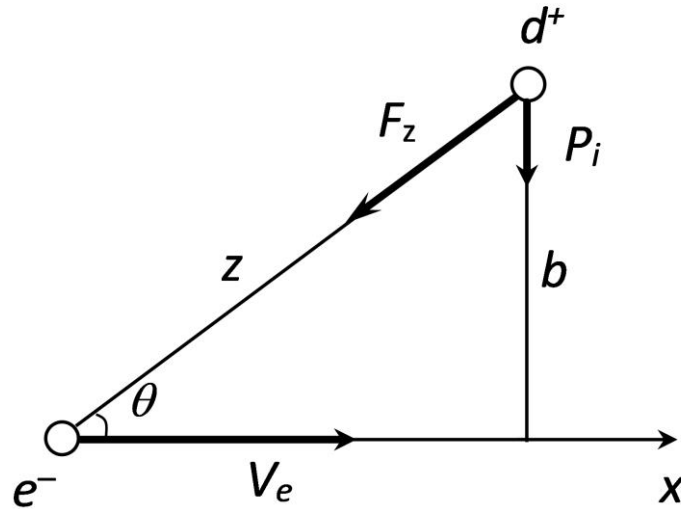


Рис. 2.4. Рассеяние иона при кулоновском столкновении с коллективизированным релятивистским электроном

С учётом рассмотренного эффекта коллективизации релятивистских электронов в ТТ-слое в качестве результатов кулоновского столкновения будем рассматривать приобретение импульса нерелятивистским ионом и соответствующие энергетические потери коллектива релятивистских электронов.

Пусть коллективизированный релятивистский электрон движется вдоль оси x , отстоящей от иона водорода (p^+ или d^+) на расстоянии прицельного параметра b , рис. 2.4.

Появляющийся после кулоновского столкновения импульс иона в этом случае может рассчитываться по известной [15] формуле

$$P_i = \int_{-\infty}^{\infty} eE_r \sin \vartheta dt, \quad (2.65)$$

где ϑ – угол между осью x и отрезком длиной r_e , соединяющим электрон с ионом, E_r – напряженность электрического поля, создаваемого электроном на конце отрезка r_e . Это поле в релятивистском случае описывается формулой [10]:

$$E_r = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 r_e^2} \cdot \frac{1 - V_e^2/c^2}{[1 - (V_e^2/c^2)\sin^2 \vartheta]^{3/2}}. \quad (2.66)$$

Подставляя (2.66) в (2.65), делая замену $dt = dr_e/V_e = -r_e d\vartheta/(V_e \sin^2 \vartheta)$, и проводя интегрирование по стандартной процедуре [14], полагая $V_e \cong c$, получаем

$$P_i = e^2/(2\pi\epsilon_0 bc\gamma). \quad (2.67)$$

При единичном столкновении нерелятивистский ион с массой m_i приобретает энергию

$$W_i = P_i^2/(2m_i), \quad (2.68)$$

а коллектив релятивистских электронов теряет эту энергию, и тогда в цилиндрическом слое ионов с концентрацией n_0 радиусом b , толщиной db на длине dx из-за столкновений потери энергии коллективизированного релятивистского электрона составят dW_c . На основе сказанного имеем

$$d(dW_c/dx) = W_i \cdot 2\pi n_0 b db. \quad (2.69)$$

Интегрирование выражения (2.69) в пределах $b_{\max} \leq b \leq b_{\min}$ с учётом (2.68) и (2.67) приводит к формуле

$$\frac{dW_c}{dx} = \frac{e^4 \ln \Lambda}{4\pi\epsilon_0^2 m_i c^2} \cdot \frac{n_0}{\gamma^2}, \quad (2.70)$$

где

$$\ln \Lambda = \ln(b_{\max}/b_{\min}) \quad (2.71)$$

– кулоновский логарифм.

Потери энергии, отнесённые к одному релятивистскому электрону, за один оборот в кольце составляет $W_{1c} = (dW_c/dx) \cdot 2\pi a$, и при числе оборотов в секунду $\nu \cong c/(2\pi a)$ скорость потерь энергии dW_c/dt для коллектива K_e электронов составит

$$dW_c/dt = (dW_c/dx) \cdot cK_e. \quad (2.72)$$

На основе (2.70) и (2.36) формула (2.72) для скорости столкновительных потерь энергии в ТТ-слое приводится к виду

$$\frac{dW_c}{dt} = \frac{2\pi e^3 \sqrt{2k}}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0^2 c^2}} \cdot \frac{\sqrt{T_i n_0^3} R a \ln \Lambda}{m_i \gamma^2}. \quad (2.73)$$

2.10. Кулоновский логарифм

Найдем формулу для кулоновского логарифма применительно к плазме ТТ-слоя. В качестве максимальной величины прицельного параметра примем дебаевский радиус экранирования (2.42):

$$b_{\max} = \delta a_i = \sqrt{\frac{\epsilon_0 k T_i}{e^2 n_0}}. \quad (2.74)$$

Минимальное значение прицельного параметра найдём, используя квантовое рассмотрение [14]. Для этого учтём релятивистский эффект продольного сжатия электрического поля электрона в γ^2 раз при лобовом столкновении с неподвижным ионом и запишем соотношение неопределённостей для координаты и импульса в виде

$$\gamma^2 b_{\min} \cdot \gamma m_e V_e \geq \hbar ; \quad (2.75)$$

из (2.75) при $V_e \cong c$ следует

$$b_{\min} = \tilde{\lambda} / \gamma^3 , \quad (2.76)$$

где $\tilde{\lambda}_e = \hbar / (m_e c)$ – комптоновская длина волны электрона [18].

Поставляя (2.74) и (2.76) в (2.71), получаем

$$\ln \Lambda = \ln \left(\frac{\gamma^3}{\tilde{\lambda}} \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon_0 k T_i}{e^2 n_0}} \right). \quad (2.77)$$

Пусть, к примеру, $n_0 = 3 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$, $T_i = 11600 \text{ К}$, $\gamma = 20$, тогда после постановки фундаментальных констант в формулу (2.77) получаем $\ln \Lambda = 19$.

2.11. Время жизни ТТ-слоя без подпитки извне

Проведём ориентировочную оценку времени жизни ТТ-слоя τ_E как отношение суммы энергий тороидального магнитного поля $\sim 2\pi^2 R a^2 p$ и кинетической энергии релятивистских электронов $\sim \gamma m_e c^2 K_e$ к скорости потерь энергии dW_c/dt :

$$\tau_E = \frac{2\pi^2 R a^2 p + \gamma m_e c^2 K_e}{dW_c/dt}. \quad (2.78)$$

С учётом (2.73), (2.36), (2.32), (2.33), (2.34), (2.39) формула (2.78) приводится к виду:

$$\tau_E = G_0 (H_0 R \sqrt{p} + A \gamma) \cdot \frac{m_i T_i \gamma^2}{A p \ln \Lambda}, \quad (2.79)$$

где G_0 и H_0 – фундаментальные константы:

$$G_0 = \frac{4\pi^2 \varepsilon_0^2 m_e c^3 k}{e^4} \approx 16 \cdot 10^{26} \text{ Па} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с} \cdot \text{К}^{-1}. \quad (2.80)$$

$$H_0 = \sqrt{\mu_0} e / (2\sqrt{2} m_e c) \approx 23 \cdot 10^{-2} \text{ Па}^{-1/2} \cdot \text{м}^{-1}. \quad (2.81)$$

Пусть, к примеру, $p = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$, $\gamma = 6$, $T_i = 30000 \text{ К}$, $A = 4$, $R = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$, $\ln \Lambda = 19$, $m_i = 1672 \cdot 10^{-30} \text{ кг}$ (протон). Тогда согласно (2.79) с учётом (2.80) и (2.81) имеем $\tau_E \approx 9 \text{ с}$.

2.12. Внутренняя инжекция быстрых ионов

Найдём максимальную энергию $W_{i\max}$ иона после лобового столкновения с коллективизированным релятивистским электроном. Для этого в (2.67) положим $b = b_{\min}$ (2.76) и подставим в (2.68); в результате получим

$$W_{i\max} = C_i \cdot \frac{\gamma^4}{m_i} \quad (2.82)$$

где C_i – фундаментальная константа:

$$C_i = \frac{e^4}{8\pi^2 \varepsilon_0^2 c^2 \lambda^2} \approx 8 \cdot 10^{-48}, \text{ Дж} \cdot \text{кг}. \quad (2.83)$$

При проектировании устройств для получения ТТ-слоя может возникнуть обратная задача – по энергии инжектируемого быстрого иона W_{keV} , заданной в единицах кэВ, и массе дейтрона m_d нужно оценить требуемый релятивистский фактор γ . Из (2.82) с учётом (2.83) следует:

$$\gamma = \sqrt[4]{\frac{10^3 e m_d W_{\text{keV}}}{C_i}} = 16 \sqrt[4]{W_{\text{keV}}}. \quad (2.84)$$

Например, если задать энергию инжектируемых быстрых ионов на уровне $W_{\text{keV}} = 12$ кэВ, то согласно (2.84) необходимо обеспечить получение релятивистского фактора в ТТ-слое на уровне $\gamma = 30$, что соответствует приобретению убегающими электронами энергии на уровне 15 МэВ. Технически это вполне достижимо.

Оценим интенсивность M процесса инжекции быстрых ионов.

Частота лобовых столкновений одного коллективизированного релятивистского электрона с нерелятивистскими ионами равна

$$M_1 = \pi b_{\min}^2 n_0 c. \quad (2.85)$$

Из (2.85) с учётом (2.36), (2.39), и (2.76) следует формула, оценивающая интенсивность потока внутренней инжекции быстрых ионов, – суммарное количество быстрых ионов M , генерируемых в ТТ-слое за одну секунду:

$$M = M_1 K_e = \frac{8\pi^3 \lambda^2 \sqrt{k}}{e \sqrt{\mu_0}} \cdot \frac{Ra \sqrt{T_i n_0^3}}{\gamma^6} \approx 77 \cdot 10^{-14} \cdot \frac{Ra \sqrt{T_i n_0^3}}{\gamma^6}, \text{ с}^{-1}. \quad (2.86)$$

Если принять геометрические параметры плазмы такие же, как у токамака Т-10 [6] $R=1,5$ м, $a=0,35$ м, остальные параметры – $n_0=3 \cdot 10^{23}$ м⁻³, $T_i=11600$ К, $\gamma = 30$, то согласно (2.86) получаем $M_{p=1} \approx 1 \cdot 10^{16}$ с⁻¹, что, конечно же, очень мало для большой установки. Но эта оценка была получена при давлении внешней плазмы 1 атм. Если давление увеличить в 100 раз, то при $n_0=3 \cdot 10^{25}$ м⁻³ вычисления по формуле (2.86) дают результат $M_{p=100} \approx 1 \cdot 10^{19}$ с⁻¹, что уже весьма неплохо.

Приведенные результаты носят чисто иллюстративный характер, их применение к расчёту энергетического выхода ядерных реакций синтеза требует учёта потерь, связанных как с самим процессом инжекции быстрых ионов в ТТ-слое, и так и с резкой зависимостью сечения ядерных реакций синтеза от кинетической энергии сталкивающихся частиц.

Выводы

1. При быстром спаде внешнего магнитного поля в плазме может возникнуть контур со вторичным током, из которого формируется тороидальный токовый слой (ТТ-слой). Через некоторое время в нём устанавливается равновесный ток, который удерживает тороидальное магнитное поле, являющееся некоторой частью ранее существовавшего в плазме внешнего магнитного поля.

2. Необходимые условия для формирования ТТ-слоя:

- пиковое значение магнитного давления внешнего поля должно быть намного больше газодинамического давления плазмы;
- скорость спада индукции внешнего поля должна создавать вихревое электрическое поле, достаточное для поддержания необходимого тока в ТТ-слое.

3. ТТ-слой действует как магнитогидродинамический насос, и плазма из области внутреннего пространства с тороидальным магнитным полем быстро выкачивается.

4. При достижении среднего вакуума в зоне ТТ-слоя электроны проводимости плазменного тока становятся убегающими и, непрерывно ускоряясь в вихревом электрическом поле, приобретают скорость, приближающуюся к скорости света. Энергия убегающих электронов, ставших релятивистскими, может достигать уровня 15 МэВ. Эти электроны после окончания процесса ввода энергии в плазму поддерживают тороидально-го магнитное поле внутри ТТ-слоя.

5. Релятивистские электроны в ТТ-слое находятся в связанном по отношению друг к другу состоянии, и коллективизируются. При кулоновских столкновениях с фоновыми ионами коллективизированный релятивистский электрон ведёт себя как тяжелая частица.

6. Импульс внешнего магнитного поля действует в субмиллисекундном диапазоне длительностей, после чего сформированный ТТ-слой существует длительное время (секунды и более) без подпитки извне.

7. Столкновения коллективизированных релятивистских электронов с фоновыми ионами в ТТ-слое приводят к рождению быстрых ионов с энергиями, достигающей уровня 12 кэВ. Это позволяет далее рассматривать возможность управляемого синтеза в ТТ-слое при использовании дейтериевой плазмы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров, А.Ф. Радиофизика. Физика электронных пучков и основы высокочастотной электроники : учебное пособие / А.Ф. Александров, М.В. Кузелев. – М.: КДУ, 2007. – 300 с.
2. Андреев, А.В. Взаимодействие релятивистских частиц с интенсивными интерференционными оптическими полями / А.В. Андреев, С.А. Ахманов // ЖЭТФ. – 1991. – Т. 99. – Вып. 6. – С. 1668-1678.
3. Арцимович, Л.А. Управляемые термоядерные реакции / Л.А. Арцимович. – М.: Физматгиз, 1963. – 496 с. (С. 67).
4. Власов, А.Н. О возможности формирования тороидального токового слоя при искровом разряде / А.Н. Власов // ЖЭТФ. – 1990. – Т. 97. – Вып. 2. – С. 468-475.
5. Власов, А.Н. Индукционный разряд для получения долгоживущих плазмидов / А.Н. Власов // Вестник РГРТУ. Рязань. – 2012. – №1. – Вып. 39. – Часть 2. – С. 108 – 117.
6. Днестровский, Ю.Н. Математическое моделирование плазмы / Ю.Н. Днестровский, Д.П. Костомаров. – М., Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 320 с.
7. Захаров, А.И. Экспериментальное наблюдение Т-слоёв в движущейся плазме, взаимодействующей с магнитным полем / А.И. Захаров, В.В. Клавдиев В.Д., Письменный, Л. Ротхард, В.Б. Саенко, А.Н. Старостин, Г. Ян // Доклады Академии наук СССР. – 1973. Том 212. – № 5. С. 1092-1095.
8. Керкис, А.Ю. Экспериментальное исследование эффекта токового слоя / А.Ю. Керкис, В.С. Соколов, Н.А. Трынкина, В.П. Фомичёв // Доклады Академии наук СССР. – 1973. – Том 211. – № 1. – С. 69-72.
9. Кролл, Н. Основы физики плазмы / Н. Кролл, А. Трайвелпис. – М.: Мир, 1975. – 525 с.
10. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: Учеб. пособие. В 10 т. Т. II. Теория поля. 7 изд., испр. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц – М.: Наука, 1988. – 512 с.
11. Миямото, К. Основы физики плазмы и управляемого синтеза / К. Миямото. Перевод с англ. под общей ред. В.Д. Шаfranова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 424 с.
12. Райзер, Ю.П. Физика газового разряда / Ю.П. Райзер. – М.: Наука, 1987. – 592 с.
13. Савельев, И.В. Курс общей физики: Учебное пособие. В 3-х тт. Т.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. 8-у изд., стер. / И.В. Савельев. – СПб.: Издательство «Лань», 2007. – 496 с.
14. Сивухин, Д.И. Общий курс физики. Т. V. Атомная и ядерная физика / Д.И. Сивухин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 784 с.
15. Синельников, К.Д., Руткевич Б.Н. Лекции по физике плазмы / К.Д. Синельников, Б.Н. Руткевич. – Харьков: Изд-во ХГУ, 1964. – 242 с.
16. Смолин, Г.К. МГД-насос-дозатор / Г.К. Смолин, С.В. Фёдорова. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2003. – 129 с.
17. Тихонов, А.Н. Нелинейный эффект образования самоподдерживающего высокотемпературного электропроводного слоя газа в нестационарных процессах магнитной гидродинамики / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский, Л.А. Закляминский, П.П. Волосевич, Л.М. Дегтярёв, С.П. Курдюмов, Ю.П. Попов, В.С. Соколов, А.П. Фаворский // Доклады Академии наук СССР. – 1967. – Том 173. – № 4. – С. 808-811.
18. Яворский, Б.М. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов / Б.М. Яворский, А.А. Детлаф, А.К. Лебедев. – 8-е изд., перераб. и испр. – М.: ООО «Издательство Оникс»: ООО «Издательство «Мир и образование», 2006. – 1056 с.

Материал поступил в редакцию 27.08.18.

TOROIDAL CURRENT LAYER IN A PLASMA VORTEX, AND THE INTERNAL INJECTION OF FAST IONS. PART 2. THEORETICAL MODEL

A.N. Vlasov, Doctor of Technical Sciences, Professor
Ryazan State Radio Engineering University, Russia

***Abstract.** This article is a continuation of studies of the toroidal current layer in a plasma vortex and the internal injection of high-speed ions, started in the article ("Science and the World". 2018. No. 8 (60)). A quantitative study of the induction gas discharge "inverse theta-pinch" capable of forming a toroidal current layer with escaping electrons in a plasma vortex for generation a flow of high-speed ions with a density sufficient to provide intense nuclear reactions was carried out.*

***Keywords:** toroidal current layer, runaway electrons, fast ions, controlled fusion.*

УДК 515.1/519.1+794

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ИГРЫ ФУТБОЛ И ХОККЕЙ НА БУМАГЕ

С.В. Мацневский¹, Л.И. Рубинштейн²¹ кандидат физико-математических наук, доцент, ² программист¹ Балтийский федеральный университет им. И. Канта (Калининград),² Акционерное общество «НАСКО» (Казань), Россия

Аннотация. Определены пять основных правил футбола и хоккея на бумаге. Выдвинут тезис о названии игр на бумаге, имитирующих спортивные игры. Доказано, что футбол и хоккей на бумаге, определенные в статье, отвечают спортивным играм. Даны общие правила для всех таких игр.

Ключевые слова: футбол, хоккей, игра на бумаге, футбол на бумаге, хоккей на бумаге, принцип названий.

Определение 1. Футбол – стратегическая игра на бумаге в клеточку для двух игроков с основными правилами: 1) проводится на большом поле с тетрадный лист [3, 5] для профессионалов (30 × 40) или от 1/2 до 1/4 листа [1, 5, 8-11] для быстрых партий и новичков (от 20 × 30 до 16 × 20); 2) каждый игрок рисует ломаную линию в 3 клеточки. Эта ломаная не должна касаться уже нарисованных линий [1, 5, 8-11]; 3) «мяч» не может отражаться от краев поля [1, 5, 8-11]; 4) если игрок не может ходить, противник бьет штрафной удар [1, 5, 8-11]; 5) цель игры – забить мяч в ворота противника на границе поля [1, 5, 8-11].

На рисунке 1 показан демонстрационный фрагмент со случайными ходами игры футбол на бумаге, взятый из [1]. В действительности показано, как не надо играть в футбол на бумаге.

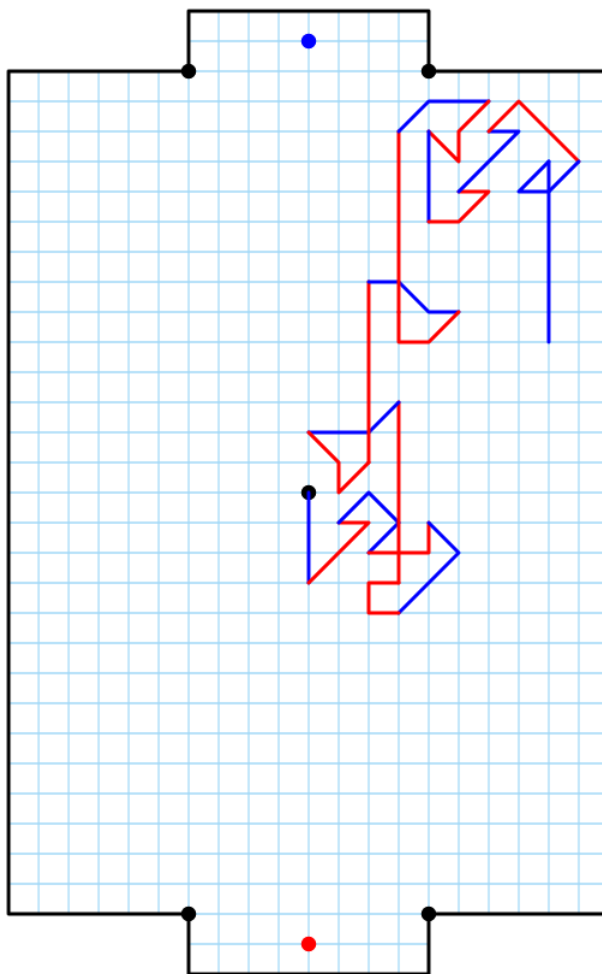


Рис. 1. Футбол на бумаге [1]. Показано, как не надо играть в футбол

Определение 2. *Хоккей* – стратегическая игра на бумаге в клеточку для двух игроков с основными правилами: 1) рисуется на маленьком поле 1/16 тетрадного листа (8 × 10) [2, 4; 5; 8-11]; 2) каждый игрок рисует ломаную линию длиной в 1 клеточку, при касании уже нарисованных линий ход продляется [2, 4; 5; 8-11]; 3) «шайба» отражается от краев поля [2-6; 8; 9]; 4) если игрок не может походить, то он проигрывает [2, 4; 5; 8-11]; 5) одна из целей – забить шайбу в ворота противника не обязательно на краю поля [2, 4; 5; 8-11].

На рисунке 2 показан демонстрационный фрагмент со случайными ходами игры хоккей на бумаге, взятый из [8]. В действительности показано, как не надо играть в хоккей на бумаге.

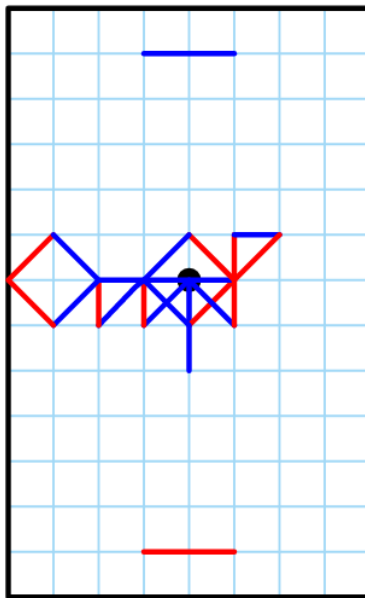


Рис. 2. Хоккей на бумаге [2]. Показано, как не надо играть в хоккей

Принцип названий. Правила настольной игры должны соответствовать правилам соответствующей спортивной игры.

Сравнивая правила футбола на бумаге со спортивной игрой, заключаем, что футбол удовлетворяет принципу названий [6]: 1) поле игры большое; 2) ход из трех отрезков – борьба за мяч; 3) мяч не отражается от краев; 4) есть штрафной удар; 5) требуется забить мяч в ворота на границе поля.

Сравнивая правила хоккея на бумаге со спортивной игрой, заключаем, что хоккей также удовлетворяет принципу названий [7]: 1) поле игры маленькое; 2) продление ломаной соответствует скольжению шайбы; 3) шайба отражается от краев; 4) нет штрафного удара; 5) одна из целей игры – забить шайбу в ворота не на самом краю поля.

Утверждение. *Футбол на бумаге соответствует спортивной игре футбол и его лучше не называть хоккеем. Точно так же и хоккей на бумаге соответствует спортивной игре хоккей и это не футбол.*

Итак: 1) определены пять основных правил футбола и хоккея на бумаге, которые их отличают друг от друга; 2) выдвинут тезис о названии игр на бумаге, имитирующих спортивные игры; 3) доказано, что футбол и хоккей на бумаге, определенные в статье, соответствуют спортивным играм;

Наконец, футбол и хоккей на бумаге можно охарактеризовать правилами: 1) играют на бумаге на прямоугольном поле; 2) ходят по очереди два игрока, на узких сторонах поля двое ворот; 3) начинают с центра поля, одна из целей игры – забить в ворота противника; 4) рисуют линии по сторонам или диагоналям квадратов; 5) под контролем пересечению нарисованных линий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агапов Станислав. Футбол на бумаге / Станислав Агапов // Умные дети. URL: <http://smart-kids.ru/igry/na-bumage/futbol-na-bumage>
2. Агапов Станислав. Хоккей на бумаге / Станислав Агапов // Умные дети. URL: <http://smart-kids.ru/igry/na-bumage/hokkey-na-bumage>
3. Мацневский, С. В. Математическая культура. Игры: Учебное пособие / С. В. Мацневский. – Калининград: Изд-во Калининградского государственного университета, 2003. URL: <https://www.twirpx.com/file/113901/>
4. Морозков Виталий. Настольная игра «Футбол на бумаге» / Виталий Морозков. – 2017.
5. Футбол (игра на бумаге) // Википедия. Свободная энциклопедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Футбол_\(игра_на_бумаге\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Футбол_(игра_на_бумаге))
6. Футбол // Википедия. Свободная энциклопедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Футбол>

7. Хоккей с шайбой // Википедия. Свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Хоккей_с_шайбой
8. 紙上足球 // 维基百科. 自由的百科全书. URL: <https://zh.wikipedia.org/wiki/紙上足球>
9. Fotbal pe hârtie // Wikipedia. Enciclopedia liberă. URL: https://ro.wikipedia.org/wiki/Fotbal_pe_hârtie
10. Paper soccer // Wikipedia. The Free Encyclopedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Paper_soccer
11. Piłkarzyki na kartce // Wikipedia. Wolna encyklopedia. URL: https://pl.wikipedia.org/wiki/Piłkarzyki_na_kartce

Материал поступил в редакцию 16.08.18.

MATHEMATICAL GAMES PAPER SOCCER AND PAPER HOCKEY

S.V. Matsievsky¹, L.I. Rubinshteyn²

¹ Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, ² Programmer

¹ Immanuel Kant Baltic Federal University (Kaliningrad),

² Joint-stock company “NASKO” (Kazan), Russia

Abstract. *Five basic rules of paper soccer and paper hockey are defined. The thesis about the correct name of the paper games representing sports is put forward. It is proved that the paper soccer and paper hockey defined in article correspond to sports. The common rules for all such games are given.*

Keywords: *soccer (association football), ice hockey, paper game, paper soccer, paper hockey, names principle.*

Technical sciences
Технические науки

УДК 621.43.068.4

СПОСОБЫ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ АВТОМОБИЛЯ**Т.К. Балгабеков¹, Ж.С. Елюбаева², М.С. Исабаев³**¹ кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Транспортная техника и технологии», ^{2,3} магистрант
^{1,2} Акционерное общество «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина (КАТУ)» (Астана),³ Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения
«Карагандинский государственный технический университет (КарГТУ)», Казахстан

Аннотация. Представлен анализ способов нейтрализации отработавших газов в выпускной системе дизельных двигателей. Обоснована неконкурентоспособность пламенной, жидкостной и термokatалитической нейтрализации.

Ключевые слова: двигатели внутреннего сгорания; дизельные двигатели; выбросы окислов азота; выбросы сажи; нейтрализация отработавших газов.

Введение. Одной из важных экологических, медико-социальных проблем являются транспорт и транспортные системы передвижения, в частности те, которые обеспечивают функционирование крупных населенных пунктов, связей между его частями.

Транспортно-дорожный комплекс является мощным источником загрязнения природной среды. Из 35 млн. тонн вредных выбросов 89 % приходится на выбросы автомобильного транспорта и предприятий дорожно-строительного комплекса.

Дизельные двигатели всегда работают с избытком воздуха и в силу конструкции имеют небольшие выбросы СО и углеводородов. В результате в дизельном двигателе не хватает СО для восстановления оксидов азота в традиционных катализаторах. Уменьшения концентрации вредных веществ лишь за счет внутримоторных технологий уже недостаточно.

Существующие конструкции нейтрализаторов. *Термические катализаторы.* Представляют собой камеру, в которой при высокой температуре окисляются СО и СН. При работе двигателя на обогащенной смеси требуется подача воздуха перед нейтрализатором. При работе на обедненной смеси температура будет не высокой, и требуется дополнительный прогрев нейтрализатора. Термический нейтрализатор начинает работать при температуре 600 °, что существенно выше, чем у каталитических нейтрализаторов. Кроме этих требований, нужны более прочные и жаростойкие материалы, стойкость к высокой коррозионной агрессивности. Не получили широкого распространения.

Традиционный дизельный катализатор представляет собой обычный окислительный катализатор для нейтрализации оксида углерода и углеводородов. Из-за высокого содержания кислорода в ОГ процессы окисления в катализаторе протекают очень эффективно. СН и СО окисляются уже при температурах выше 160 °С.

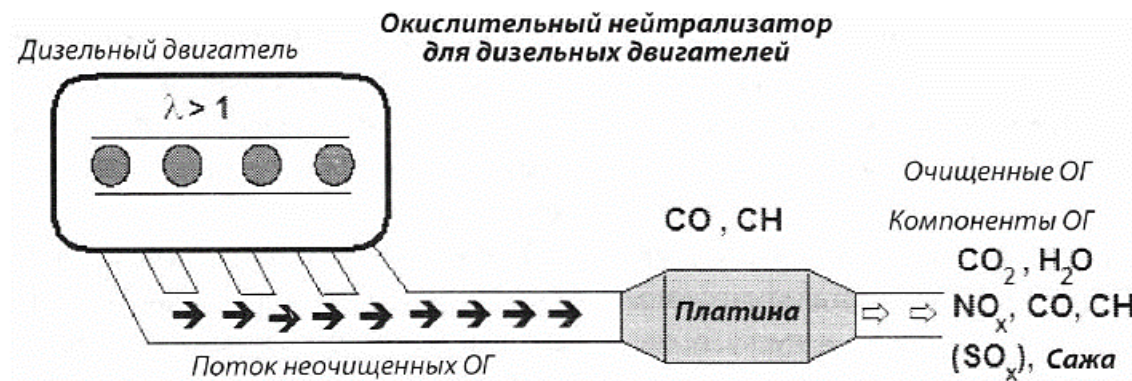


Рисунок 1. Нейтрализатор для дизельных двигателей

Поскольку частицы захватывают также углеводороды и оксид углерода, то прилипающие к частицам вредные компоненты нейтрализуются. Зерна сажи остаются. Для выполнения же требований Евро-4 и других стандартов этого уже недостаточно.

SCR-катализатор – катализатор с селективным каталитическим восстановлением. С появлением нормы Евро-4 значительно снизились предельные концентрации вредных компонентов и для грузовых автомобилей. По сравнению с Евро-3 для оксидов азота это означает уменьшение на 30 %, а по выбросам частиц – даже на 80 %. С 2005 года в Европе была серийно запущена технология SCR. Для стандарта Евро-5 дополнительно требуются датчики NOx и аммиака (NH₃). Накопительные SCR-катализаторы не только имеют точку начала температурного скачка (около 200 °C), но и не позволяют достичь достаточной степени нейтрализации выше определенной температуры (около 450 °C).

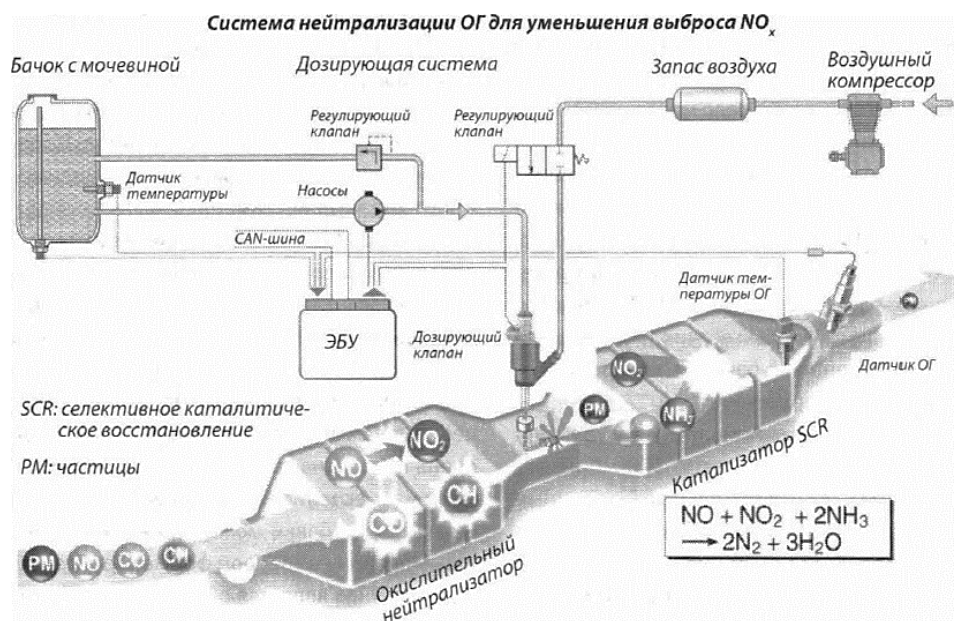
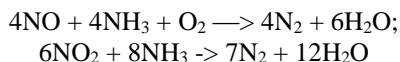


Рисунок 2. Комбинированная система очистки ОГ

Покрывание катализатора состоит из V₂O₅/TiO₂ (оксида ванадия или диоксида титана) или V₂O₅/W₂O₂/TiO₂ (оксида ванадия, диоксида вольфрама или диоксида титана). Для восстановления оксидов азота нужно впрыскивать восстановитель в ОГ перед катализатором. Он превращает оксиды азота в N₂ и H₂O. Степень нейтрализации составляет около 90 % NO_x. В качестве восстановителя используется газообразный или растворенный в воде аммиак (NH₃) или мочевины ([CO (NH₂)₂]). Разложение раствора мочевины происходит в гидролизном катализаторе (полное нейтрализация NH₃ и CO₂). В качестве гидролизных катализаторов можно использовать как отдельные оксиды металлов – Al₂O₃ и CO₂ так и имеющиеся в катализаторе оксиды благородных металлов. Химические реакции превращения оксидов азота начинаются примерно при 200 °C и протекают по следующим уравнениям:



Технология SCR базируется на добавке AdBlue, впрыскиваемой в поток ОГ. В качестве добавки используется 32,5 % водный раствор мочевины (±0,5 %). Расход AdBlue составляет около 4-6 % расхода топлива. Раствор мочевины впрыскивается в поток ОГ, где она под воздействием температуры и содержащейся в ОГ воды выделяет аммиак. азота в SCR-катализаторе в молекулярный азот и воду.

Точная дозировка добавки, зависящая от нагрузки и оборотов, – один из центральных факторов регулировки системы. Отношение мочевины к дизельному топливу составляет около 6:100. Дозировка в основном зависит от температуры катализатора и общих выбросов NO_x.

Системы нейтрализации дизельных двигателей. Особый подход нужен к дизелям. Здесь необходимо бороться с углеводородами, оксидами азота и сажей. Сажевые фильтры придуманы давно. В первых конструкциях накопившуюся сажу периодически выжигали при температуре около 600 °, кратковременно обогащая смесь. Но при этом увеличивался выброс других вредных веществ. Поэтому в современных конструкциях сажевый фильтр объединили с окислительным нейтрализатором. Одно устройство и оксиды азота разлагает, и сажу сжигает, причем при более низкой температуре (около 250 °).

Однако возможности ученых и изобретателей не безграничны. Нормы Евро-6, по всей видимости, – предел, достижимый современными ДВС.

Способы нейтрализации. Существует несколько способов нейтрализации отработавших газов в выпускной системе автомобиля: 1. Окисление отработавших газов путем подачи к ним дополнительного воздуха в термических реакторах; 2. Поглощение токсичных компонентов жидкостью в жидкостных нейтрализаторах. 3. Применение каталитических нейтрализаторов и сажевых фильтров (на автомобилях с дизельными двигателями) – в настоящее время наиболее актуально. Современные каталитические нейтрализаторы – это трехкомпонентные каталитические нейтрализаторы. В корпусе трехкомпонентного нейтрализатора располагается блок носителя с многочисленными продольными порами, покрытыми тончайшим слоем вещества катализатора, которое само не вступает в химические реакции, но одним своим присутствием ускоряет их течение.

Вывод. Во время и после работы двигателя корпус нейтрализатора имеет достаточно высокую температуру.

Следует соблюдать основные правила, направленные на предупреждение ситуации, когда в нейтрализатор может попасть значительное количество несгоревшего топлива. В этом случае возможная вспышка может привести к его разрушению.

Наиболее общие рекомендации таковы:

- не следует бесполезно крутить двигатель стартером длительное время;
- нельзя пускать двигатель путем буксировки. Следует использовать метод «прикуривания» от другого автомобиля;
- запрещается проверять работу цилиндров, отключая свечи зажигания;
- при перебоих в работе системы зажигания не допускайте работы двигателя с высокой частотой вращения коленвала до устранения неисправности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев, А. Экологический триптих / А. Алексеев, М. Козлов // За рулем. – 1998. – № 6. – С. 112–115.
2. Воробьев-Обухов, А. Плазматрон-нейтрализатор / А. Воробьев-Обухов, В. Стрелков // За рулем. – 2001. – № 3. – С. 64–67.
3. Гзовский, М. Твердый курс ЕВРО / М. Гзовский // За рулем. – 2002. – № 5. – С. 88–91.
4. Исаев, С.И. Теория тепломассообмена / С.И. Исаев, И.А. Кожинов, В.И. Кофанов. – М.: Высшая школа, 1979. – 495 с.
5. Казаков, Н. Экологическая безопасность транспорта / Н. Казаков, И. Мельникова // Автобизнесмаркет. – 2004. – № 14. – С. 12–15.
6. Корнев, М.С. Пути уменьшения вредности отработавших газов автомобильных двигателей. ЦИНИТИМАШ. Сер.ХП / М.С. Корнев. – М., 1969.
7. Кутенев, В.Ф. Уменьшение выброса вредных веществ двигателями грузовых автомобилей / В.Ф. Кутенев, В.Ф. Арапов. – НИИНавтопром – М., 1979. – 264 с.
8. Макаров, Ю. Нейтрализатор или наше будущее? / Ю. Макаров // За рулем. – 1997. – № 7. – С. 74–75.
9. Малов, Р.В. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды / Р.В. Малов, В.И. Ерохин, В.А. Щетина и др. – М.: Транспорт, 1982. – 200 с.
10. Примак, Д.В. Методы и средства контроля загрязнения атмосферы / Д.В. Примак, А.Н. Щербань. – Киев, 1980.
11. Шорин, С.Н. Теплопередача / С.Н. Шорин. – М.: Высшая школа, 1963. – 490 с.

Материал поступил в редакцию 20.08.18.

METHODS OF NEUTRALIZATION OF VEHICLE EMISSION

T.K. Balgabekov¹, Zh.S. Yelyubayeva², M.S. Isabayev³

¹ Candidate of Technical Sciences, Head of the Department "The Transport Equipment and Technologies",

^{2,3} Master's Degree Student

^{1,2} S. Seifullin Kazakh Agro Technical University (Astana),

³ Karaganda State Technical University, Kazakhstan

Abstract. The analysis of methods of neutralization of the end gas in the exhaust system of diesel engines is carried out. The noncompetitiveness of flaming, liquid and thermocatalytic neutralization is proved.

Keywords: combustion engines; diesel engines; NO_x emission; soot emissions; neutralization of the vehicle emission.

УДК 620.9

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ, КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ, И ВЫЧИСЛЕНИЯ ВОЛЬТАМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Ш.Р. Давронов, докторант

Каршинский государственный университет, Узбекистан

Аннотация. Статья является обзорной и в ней описывается процесс преобразования световой энергии в электрическую энергию. Рассматриваются несколько формул по вычислению вольтамперной характеристики, коэффициента заполнения и КПД солнечной панели, основываясь на данных тока короткого замыкания и напряжении холостого хода, вырабатываемого солнечной панелью. Также приводится классификация методов измерения вольтамперной характеристики.

Ключевые слова: ток, напряжение, вольтамперная характеристика, энергия, коэффициент заполнения, КПД.

Возможность преобразования световой энергии в электрическую основана на внутреннем фотоэффекте – переходе электронов, поглотивших квант излучения, из валентной зоны в зону проводимости (рис. 1.) [2].

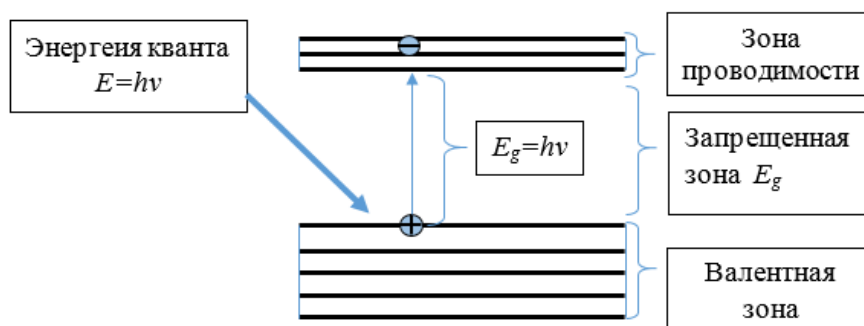


Рисунок 1. Схема энергетических зон в беспримесном полупроводнике

Внешние, валентные электроны атомов полупроводника принадлежат кристаллу в целом, при этом они имеют дискретные значения энергии, объединенные в энергетические зоны. Поглощая квант света, электрон занимает более высокий энергетический уровень в кристалле, например, переходит из валентной зоны в зону проводимости, создавая в валентной зоне вакансию (дырку, рис. 1), то есть происходит внутренний фотоэффект. В результате появляются дополнительные носители тока электроны проводимости и дырки. Внутренний фотоэффект имеет «красную границу»: энергия кванта света (фотона) должна превышать ширину запрещенной зоны E_g , разделяющей валентную зону и зону проводимости, т.е. [2]

$$h\nu = \frac{hc}{\lambda} \geq E_g \quad (1)$$

где h – постоянная Планка, ν – частота света, λ – длина волны. В кремнии внутренний фотоэффект имеет место для волн с длиной $\lambda \leq 1,1$ мкм. т.е. для ближнего инфракрасного излучения, видимого и ультрафиолетового [2].

Для преобразования световой энергии в электрическую используются фотоэлектрические преобразователи (ФЭП). Принцип действия ФЭП основан на фотовольтаическом эффекте в неоднородных полупроводниковых структурах при воздействии на них солнечного излучения. Предшественником современных солнечных фотопреобразователей является кремниевый солнечный элемент.

На сегодняшний день наиболее известны и эффективнее применяются такие элементы, как монокристаллические и поликристаллические элементы на основе кремния. Также имеются тонкопленочные солнечные элементы. Тонкопленочные солнечные элементы, как правило классифицируются в соответствии с фотоэлектрическим материалом: аморфный кремний (a-Si); теллурид кадмия (CdTe); диселенид меди, индия и галлия (CIS или CIGS) [4]. Чтобы определить, какие солнечные элементы наиболее подходят для масштабного использования, нужно изучить их электрофизические характеристики. Электрофизические характеристики панелей измеряются через ток короткого замыкания и напряжения холостого хода, вырабатываемого солнечными элементами. С помощью ВАХ вычисляется максимальная вырабатываемая мощность солнечных элементов.

Анализ публикаций показал, что существует множество различных, отличающихся между собой по ряду признаков, методов измерения ВАХ [3]:

- статические [1, 2, 7, 16];
- динамические [1, 7, 9, 11, 18, 19];
- методы с использованием математических вычислений или статической обработки результатов измерения для получения характеристики [7, 14, 20, 22];
- различные автоматизированные методы, для реализации которых требуется специализированное оборудование [1, 5, 8, 12, 15, 18, 19, 21];

Анализируя вышеуказанные пункты, можно выделить основные классификационные признаки и составить схему методов измерения ВАХ, показана на (рис. 2.).

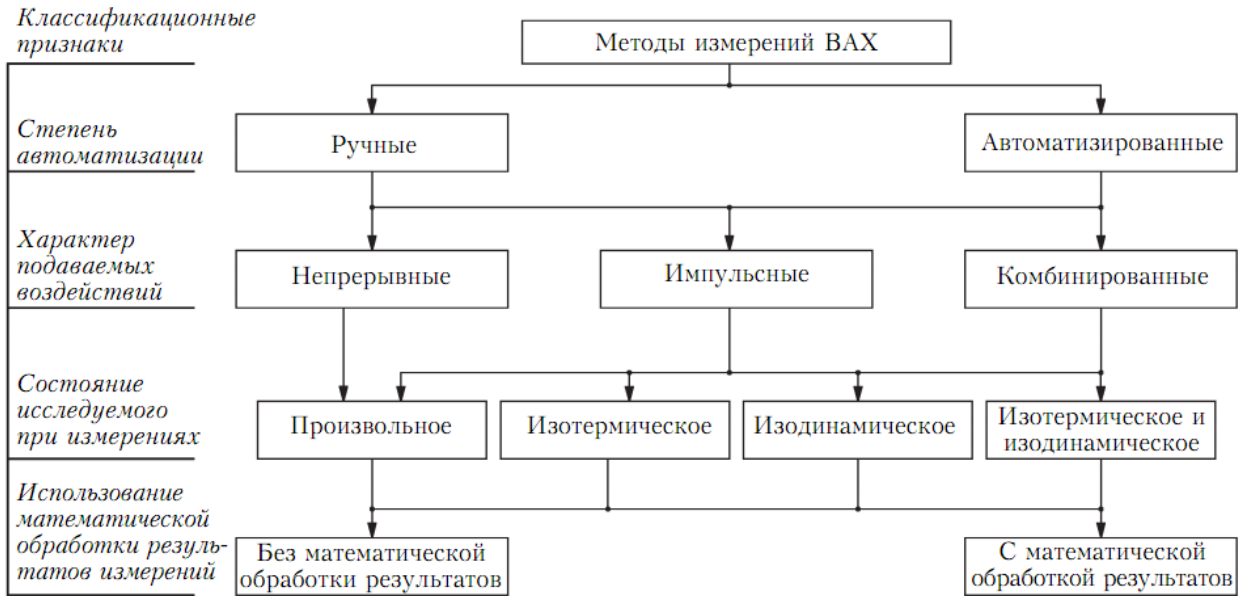


Рисунок 2. Классификация методов измерения ВАХ

Поскольку все методы измерения ВАХ основываются на измерениях токов и напряжений, наиболее общим классифицированным признаком можно назвать степень их автоматизации [3]. В соответствии с этим признаком все методы измерения ВАХ разделяется на ручные и автоматизированные.

Ручные методы измерения ВАХ предполагают, прежде всего, ручное управление источниками измерительных сигналов, а также ручную регистрацию откликов исследуемого полупроводника, и могут отличаться между собой характером подаваемых воздействий. Ручные методы считаются наименее эффективными [3].

В автоматизированных методах измерения ВАХ выполнение некоторых трудоемких операций, таких как подача измерительных воздействий, регистрация откликов осуществляется автоматически с помощью специальных аппаратных средств. В качестве аппаратных средств, позволяющих автоматизировать процесс измерения ВАХ, могут использоваться разные виды приборов и устройств.

Основной электрофизической характеристикой всех солнечных элементов является их вольтамперная характеристика [4]. Основными параметрами ВАХ солнечных панелей являются: ток или плотность тока короткого замыкания (I_{sc}) и напряжения холостого хода (V_{oc}), напряжение в точке максимальной мощности (V_{MP}), ток или плотность тока в точке максимальной мощности (I_{MP}), максимальная мощность $P_{MP} = V_{MP} I_{MP}$. Для описания формы ВАХ СЭ принято использовать еще один универсальный параметр – коэффициент заполнения ВАХ (FF), определяемый как [4]:

$$FF = \frac{P_{MP}}{V_{oc} I_{sc}} = \frac{V_{MP} I_{MP}}{V_{oc} I_{sc}} \quad (2)$$

где P_{MP} – максимальная мощность, V_{MP} – напряжение в точке максимальной мощности, I_{MP} – величина тока в точке максимальной мощности [10].

В свою очередь, КПД солнечного элемента, или эффективность преобразования солнечного излучения, может быть выражен следующим образом:

$$\eta = \frac{P_{MP}}{P_{in}} = \frac{FF V_{oc} I_{sc}}{P_{in}} \quad (3)$$

где P_{in} – интенсивность падающего излучения.

Для большинства гетероструктурных СЭ справедливо следующее общее выражение [6]:

$$I = I_s \left[\exp\left(\frac{qV}{AkT}\right) - 1 \right] - I_L \quad (4)$$

где I_s – ток насыщения, определяемый механизмом транспорта носителей; A – коэффициент идеальности; I_L – фототок, который в общем случае может зависеть от V , однако в первом приближении его можно считать постоянным; тогда $I_L = I_{SC}$. В этом случае можно записать выражение для V_{OC} в виде:

$$V_{OC} = \frac{AkT}{q} \ln \frac{I_{SC}}{I_s} \quad (5)$$

Из него видно, что величина напряжения холостого хода во многом определяется транспортом носителей заряда.

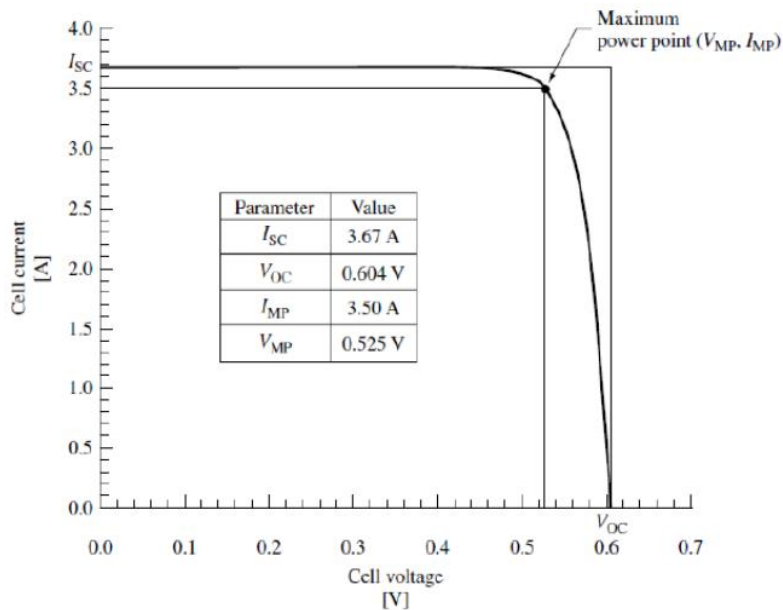


Рисунок 3. Вольтамперная характеристика кремниевого солнечного элемента

На графике (рис. 3.) показано нахождение точки максимальной мощности солнечного элемента относительно тока и напряжения.

Выводы

В статье рассматривался процесс преобразования светового потока, методы классификации измерения ВАХ. Были приведены формулы для вычисления вольтамперной характеристики, максимальной мощности, коэффициент заполнения и КПД солнечных элементов. Также были приведены формулы для гетероструктурных солнечных элементов, формула по вычислению величины напряжения холостого хода и формула вычисления спектральной характеристики солнечной энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глинченко, А.С. Исследование параметров и характеристик полупроводниковых приборов с применением интернет-технологий / А.С. Глинченко, Н.М. Егоров, В.А. Комаров и др. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 352 с.
2. Дементьева, О.Ю. Характеристические кривые солнечных батарей / О.Ю. Дементьева, С.Л. Тимченко. // Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. – Москва, 2014
3. Ермоленко, Е.А. Классификация методов измерения вольтамперных характеристик полупроводниковых приборов / Е. А. Ермоленко // Донбасский государственный технический университет. Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2014. – № 2-3.
4. Крекнин, И.Д. Исследование температурных зависимостей вольтамперных характеристик солнечных элементов на основе гетероструктур / И.Д. Крекнин. – Санкт-Петербург, 2017.
5. Кудреватых Е. Ф. Виртуальный измеритель вольтамперметных характеристик полупроводниковых приборов АСС-4211 // Контрольно-измерительные приборы и системы. – 2002. – № 1. – С. 17–19.
6. Лантратов, В.М. Высокоэффективные двухпереходные GaInP/GaAs солнечные элементы, полученные методом МОС-гидридной эпитаксии / В.М. Лантратов, Н.А. Калужный, С.А. Минтаиров и др. // ФТП. – том 41, вып. 6. – 2007. – С. 751-75.

7. Baylis, C. Performing and analyzing pulsed current-voltage measurements / C. Baylis, L. Dunleavy // High Frequency Electronics. – 2004. – vol. 3. – no 5. – pp. 64-69.
8. GB patent 1227113. Improvements in or relating to apparatus for measuring and displaying current-voltage characteristics, NEC Limited, 07.04.1971.
9. Hulbert P. Dual channel pulse testing simplifies RF transistor characterization. Keithley whitepaper, 2008, vol. 9, pp. 1-5.
10. Masuko K., Shigematsu M., Hashiguchi T. et al. // IEEE J. Photovoltaics. 2014. – V. 4. – N 6. – P. 1433.
11. Parker A., Rathmell J., Scott J. Pulsed measurements, Boca Raton, CRC Press, Inc., 2003.
12. Poland patent 148037. Sposób pomiaru charakterystyk prądowo-napięciowych przyrządów pólprzewodnikowych, zwłaszcza tranzystorów, Jerzy Kuchta, Henryk Rzepa 15.06.1987.
13. Rathmell J., Parker A. Characterizing charge trapping in microwave transistors. SPIE Proceedings, vol. 6035: Microelectronics: Design, Technology, and Packaging II, 2006, 9 p. DOI: 10.1117/12.638348
14. USA patent 2896168. Transistor characteristic curve tracers. Donald E. Thomas, 21.07.1959.
15. USA patent 4456880. I-V curve tracer employing parametric sampling. Warner T., Cox C., 26.06.1984.
16. USA patent 5406217. Method of measuring the current-voltage characteristics of a DUT. Satoshi Habu, 11.04.1995.
17. USA patent 7230444. Method for measuring characteristics of FETs, Noboru Saito 12.06.2007.
18. USA patent 7280929. Method and apparatus for pulse I-V semiconductor measurements. Yuegang Zhao, 09.10.2007.
19. USA patent 7616014. Pulsed I-V measurement method and apparatus, Gregory Sobolewski, 10.11.2009.
20. USA patent 8108175. Method for determining self-heating free I-V characteristics of a transistor. Oiang Chen, Zhi-Yuan Wu, 31.01.2012.
21. USSR patent 1095114. [An apparatus for the study of semiconductor devices current-voltage characteristics] M.A. Lyakas, A.N. Priviten', 30.05.1984.
22. USSR patent 894613. [A method for determining the two-pole voltage-current characteristic] Kukushkin V.V., Solyakov V.N., 30.12.1981.

Материал поступил в редакцию 06.08.18.

BASIC ELECTROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF PHOTOCONVERTERS, CLASSIFICATION OF MEASUREMENT METHODS AND CALCULATION OF CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS

Sh.R. Davronov, Doctoral Student
Karshi State University, Uzbekistan

***Abstract.** The article describes the process of converting photoenergy into electrical energy. Several formulas for calculating the current-voltage characteristic, the duty cycle and the efficiency of the solar panel are considered based on the flash current data and the no-load voltage produced by the solar panel. Classification of methods for measuring the current-voltage characteristic is also given.*

***Keywords:** current, voltage, current-voltage characteristic, energy, duty cycle, efficiency.*

Agricultural sciences
Сельскохозяйственные науки

УДК 631.531: 633.511

ЗАЩИТА ИНТЕНСИВНЫХ ПЛОДОВЫХ САДОВ ОТ СОСУЩИХ ВРЕДИТЕЛЕЙ**Х.З. Абдуллаева¹, Г.М. Усмонходжаева²**¹ доктор философии по сельскохозяйственным наукам (PhD), ² студент
Андижанский филиал Ташкентского аграрного университета, Республика Узбекистан

Аннотация. Рассмотрены вопросы организации методов борьбы против тлей, которые заражают плодовые садов, и их биоэкология.

Ключевые слова: яблонная тля, кровавая тля, персиковая тля, агротехнические мероприятия, афидид, сирфидская муха, златоглазки, божья коровка.

Удовлетворение спроса населения в пищевых продуктах в условиях рыночной экономики остается одной из наиболее актуальных проблем, стоящих сегодня перед сельским хозяйством. Особое внимание уделяется развитию садоводства в нашей стране.

Одним из ключевых факторов повышения урожайности садов является их защита от вредителей. Существует более 100 вредителей и болезней, которые наносят серьезный ущерб садам. Из-за неравномерной или переменной погоды в глобальном изменении климата уровень развития вредителей и болезней варьируется в широких пределах. Зная биоэкологические свойства вредителей, крайне важно, чтобы борьба с ними велась во время их пробуждения. В интенсивных и неинтенсивных садах Ферганской, Наманганской, Андижанской, Самаркандской и Ташкентской областей республики плодовым деревьям большой вред наносят различные вредители-насекомые [2]. Особенно привлекает внимание повреждение фруктовых деревьев такими вредителями, как тли, щитовки и червецы.

Тли – входят в семейство *Homoptera*, подкатегорий *Aphidinea*. Обычно небольшие (0,5-0,8 мм) насекомые, населяющие точки роста и листья растений. В фруктовых деревьях вредители, как яблочная тля, красно кровная тля, персиковая или парниковая тля, могут нанести серьезный ущерб.

Яблочная тля (*Aphis pomi* Deg.). Наносит вред деревьям яблони, груши, айвы и другим садовым деревьям. Наиболее распространенный тип, находится во всех районах с растущими яблонями. Листья и ветви, покрытые и поврежденные яблоневыми тлями, перестают расти и даже могут высохнуть. Тли, прилипая к листьям и к ветвям, питаются соками листьев и ветвей. Яблочная тля имеет зеленый, иногда желто-зеленый цвет. Тли обычно зимуют, оставляя яйца в молодых ветвях деревьев. Весной до распускания листьев, личинки тлей вылупляются из яиц, сначала они питаются соками вспухших почек, позже питаются соками листьев и побегов. Во время рассматривания через лупу листья на побеги, они выглядят светло желтыми цветами. Яблочная тля дает 15 поколений в сезон. Весной у каждой особи рождаются до 50 живых личинок. Летом рождаются около 20-30 личинок [1].

Красно кровная тля (*Eriosoma lanigerum* Hausm.) – самый сильный вредитель яблоневых садов. Цвет бескрылой красно кровной тли – темно-красной, размер составляет 2,1-2,6 мм. При раздавливании выходит жидкость красного цвета, поэтому данный вид получил именно такое название. Верх тли покрыт белым, пушистым покровом, и это четко определенная характеристика этих насекомых. У крылатых особей такое покрытие имеется только внизу живота. Тело имеет цилиндрическую форму длиной 2,2 мм, голова, грудь и ноги черные, живот темно-коричневый цвет. Яйцо продолговатое, размер 0,5 мм, первоначально оранжевое, затем становится коричневым.

Личинки и взрослые особи красно кровной тли в условиях Средней Азии зимуют в корнях, под корой и на основах сильных ветвей деревьев. В марте-апреле они просыпаются и начинают двигаться. Они создают колонию, которые цепляются за хрупкие части дерева. Кажется, что эти места покрыты белой тканью. Красно кровная тля развивается, принося 15-16 поколений за сезон. В поврежденных деревьях и ветвях появляются шишки, стебель или же ветки ломаются, и намного отстаёт от роста. Красно кровная тля сосёт соки корня, тела и ветвей и ослабляет деревья. В местах, где обитали тли, появляются шишки, а затем они трескаются и гниют. Во многих случаях зараженные этими тлями молодые деревья высыхают, а старые деревья ослабляются и урожайность снижается.

Персиковая или парниковая зеленая тля (*Myzodes persicae* Sulz.). Размер белой персиковой тли составляет 1,4-2,5 мм, ее цвет желтовато-зеленый или зеленый, усы темные, а верхняя половина всасывающей трубки шире.

Размер крылатой особи составляет 1,4-2,0 мм, с зелеными, поперечными темно-зелеными полосами, иногда воспринимаемыми как обычное пятно. Среди плодовых деревьев сильно повреждает персиковые деревья. В октябре-ноябре рождаются породистые особи, а их самки откладывают яйца. Яйца зимуют. В теплицах зимой личинки развиваются, а зрелые особи продолжают размножаться, рождая живых личинок. В культурах тля дает 10-12 поколений в год [3].

Этот вид считается очень распространенным и чрезвычайно вредным. Его можно найти во многих тепличных культурах, сезонных табачных культурах и на деревьях персика и абрикоса. Ущерб этими тлями измеряется в разных культурах по-разному. Персики быстро сжимают листья под воздействием этого вида, они становятся желтыми и высыхают. Сильно поврежденные саженцы персика даже высыхают.

В борьбе с вредителями тлями используются агротехнические биологические и химические методы борьбы. Борьба с вредителями может быть успешной только при ежегодном проведении определенной системы мероприятий. Эти мероприятия должны быть направлены по возможности на борьбу не с одним каким-либо видом вредителя, а на одновременное уничтожение всего комплекса вредных видов насекомых, находящихся в саду. В таких случаях срок проведения мероприятий должен определяться по основному, наиболее опасному виду вредителя.

Агротехнические мероприятия. Весной сильно поврежденные и положенные яйцами ветки деревьев нужно срезать и сжечь. Весной и летом ветки, которые не дают урожай, также срезаются.

Биологические мероприятия. Создание благоприятной среды в природе для афидофага и сирфидской мухи, распространение златогазки и божьей коровки.

Химический метод. 1. Овипрон 2000 эм.к – 15% л / га; Алипро 950 г/л эм.к. – 10,0-15,0 га/л; препарат № 30 76% нефтемасляная эмульсия 40,0-100,0 кг/га обрабатывается весной, когда тля питается соком почек;

2. Конфедор 20% эм.к – 0,2 л /га (Агровитал 20% с.э.к.; Багира 20 % с.э.к.; Брайт 25 % с.п.; Имидамакс 70% в.д.г.; Пиларкинг 20 % к.э.; Энтолучо 20 % к.э.) рекомендуется применять один раз в сезон;

3. Использование безопасных инсектицидов, если необходимо, Бензофосфат, 30 % эм. 3,0 л / га; Карбофос, 57 % эм.к – 3,0 л / га; Нуррел-Д, 55 % эм.к – 1 л / га; Би-58, 40 % эм.к – 0,8-2,0 л / га [3].

Вещества, используемые в химических мероприятиях, – акарициды и инсектициды – сильно зависят от химического состава, который может воздействовать на кожу, лицо и шею, приводит к зуду и покраснению. В таких случаях зараженное место нужно промыть проточной водой. Для предохранения от воздействия химических веществ нужно надевать специальную защитную одежду, в случае отсутствия спецодежды, следует надевать на руки перчатки, на глаза – очки, маски для лица, и все части тела должны быть защищены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллаева Х.З., Яхьяев Х.Қ., Зияева Ф.Ф. “Информационно-консультативная система – Защита растений” свидетельство о регистрации программного продукта Программа для ЭВМ. (№ DGU 0453) в Агентстве интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. – 10.08.2016 йил Ташкент.
2. Сулаймонов, Б. Рекомендации по “Повышению продуктивности интенсивных садов / Б. Сулаймонов, Й. Саимназаров, Р. Абдуллаев и др.
3. Хўжаев, Ш.Т. Интегрированная защита растений от вредителей и основы агротоксикологии / Ш.Т. Хўжаев. – Ташкент, 2014. – 133 б.

Материал поступил в редакцию 23.08.18.

PROTECTION OF INTENSIVE ORCHARDS AGAINST THE SUGESCENT PESTS

Kh.Z. Abdullayeva¹, G.M. Usmonkhodzhayeva²

¹ PhD in Agricultural Science (PhD), ² Student

Andijan Branch of Tashkent Agricultural University, Republic of Uzbekistan

Abstract. The issues of the methods of fight against aphides, which infect orchards, and their bioecology are considered.

Keywords: apple aphid, woolly apple aphid, green peach aphid, agrotechnical actions, Aphidiinae, golden-eyed lacewings, lady beetle.

УДК 631.674.4:665.652.2:631.82

ВОДОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРИЕМЫ ПОЛИВА ХЛОПЧАТНИКА НА ПОЛЯХ С ВНУТРИПОЧВЕННЫМ ЭКРАНОМ ИЗ ПОЛИМЕР-ПОЛИМЕРНОГО КОМПЛЕКСА

Д.Г. Ахмеджонов¹, Х.Р. Ибрагимова²

¹ кандидат технических наук, доцент, ² старший преподаватель
Ташкентский институт ирригации и механизации сельского хозяйства, Узбекистан

Аннотация. В данной статье рассматривается бороздковый полив хлопчатника с применением внутрипочвенного экрана на основе полимер-полимерного комплекса (ППК), состоящего из карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ), мочевиноформальдегидной смолы (МФС) и ортофосфорной кислоты. В результате применения новой технологии бороздкового полива без сброса и в условиях серо-бурых тяжелосуглинистых почв достигается значительная экономия поливной воды, увеличивается коэффициент равномерности увлажнения, в результате которого наблюдается прирост урожайности хлопка – сырья и экономическая эффективность проведенных мероприятий.

Ключевые слова: полимер, водосбережение, бороздковый полив, поливная норма, впитывание, инфильтрация, доувлажнение, добегание воды, внутрипочвенный экран.

Введение. Водосбережение сегодня является основным принципом перехода к интегрированному управлению водными ресурсами и основой рационального водопользования. Основными задачами водосбережения являются: экономия оросительной воды, повышение эффективности использования оросительной воды, улучшение продуктивности использования воды и земли и др.

Определенные исследования посвящены усовершенствованию бороздкового полива [1, 2, 3], как например ряд авторов в виде противозерозионных мероприятий рекомендуют поливы переменной струей. При этом в начале полива (воздушно-сухая почва) подается в борозду минимальная струя, которую после прохождения 1/3 длины борозды (через 3-7 часов) увеличивают вдвое, затем, после добегания струи до конца борозды, снижают расход до первоначальной, минимальной величины, но без значительной экономии оросительной воды.

Одним из методов сохранения влажности почв, поддержания ее на необходимом уровне, являются поливы через экраны из ППК [2, 3, 9] на поверхности и в глубине почвы. Экраны из полимеров способствуют уменьшению потерь влаги на испарение с поверхности и из глубины почв, а также уменьшает глубинную фильтрацию на 20-25 % [1,5]. Поставленная цель настоящей работы достигается проведением полива хлопчатника водосберегающими способами с применением ППК при влажности 0,6-0,7 НВ, совершенствованием элементов техники и достижением улучшения эксплуатационных характеристик полива.

Материал и методы. Нами проведены исследования по применению приемов водосбережения на полях с помощью поливов с внутрипочвенным экраном из ППК на глубине пахотного слоя почвы. Внутрипочвенный экран создается специальным агрегатом, созданным нами.

Агрегат для создания внутрипочвенного экрана из ППК (рисунок 1) состоит из навесного плужного устройства, которое навешивается на пропашной трактор. С нижней стороны каждого отвала плужного устройства приварены трубки диаметром 15-20 мм, к которым прикреплены по два опрыскивателя. Водный раствор ППК подается к этим трубкам через шланги высокого давления, которые соединены с установленными на тракторе цистернами для раствора [5].

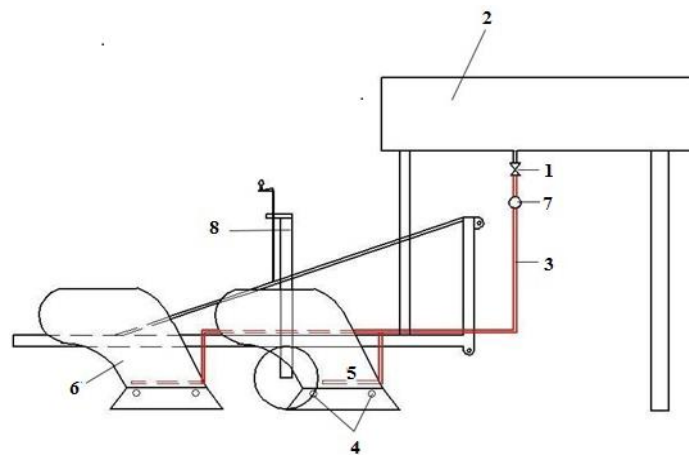


Рисунок 1. Схема агрегата для создания внутрипочвенного экрана из ППК

1 – кран; 2 – емкость; 3 – шланги высокого давления; 4 – опрыскиватели; 5 – трубка;
6 – отвал плужного устройства; 7 – манометр; 8 – механизм для подъема и опускания отвала плужного устройства

С началом движения трактора опускается плужное устройство и после срезания пласта почвы отвалом на необходимой глубине, на поверхности почвы под давлением из опрыскивателей наносится раствор ППК, а следующим отвалом засыпается почвой. В результате, на глубине пахотного слоя почвы образуется сплошной противодиффузионный экран в виде тонкой пленки. Заметим, что описанная выше «операция» проводится одновременно с самой вспашкой поля. Сев хлопчатника и другие агротехнические мероприятия, независимо от этого, проводятся согласно установленным правилам агротехники. Нужно отметить, что при работе агрегата необходим подбор оптимального значения давления подачи раствора ППК, создаваемого при помощи компрессора. Подбор давления осуществляется по степени опрыскиваний опрыскивателями, равномерно покрывая почву раствором, сохраняя ее структуру.

В результате испытаний установлено, что оптимальная величина давления при опрыскивании раствором составила 0,4-0,6 Па, что вполне обеспечивает создание противодиффузионного экрана на глубине пахотного слоя почвы [1].

Результаты и обсуждение. Исследования заключались в сравнении поливов хлопчатника по бороздам на полях с внутрипочвенным экраном и в обычных условиях в борозды с различной длиной, при водоподаче в каждое и через междурядья. Полевые исследования на полях с внутрипочвенным экраном проводились в течение вегетационного периода 2014-2015 гг. на полях фермерского хозяйства «Содик-Зафар Саховати» Гиждуванского района, Бухарского вилоята.

Анализировались два варианта («Д» и «Е»), куда включены опыт № 1 и опыт № 2 в варианте «Д» с длинами борозд, соответственно, 160 и 220 м, где на глубине создан противодиффузионный экран из ППК. Вариант «Е» представляет контроль № 1 для опыта № 1 и контроль № 2 для опыта № 2 (варианты и данные исследования представлены в таблице 1). Площади опытных и контрольных вариантов составляли 1,0 и 1,3 га, соответственно. Опыты проводились с четырехкратной повторностью. В целях исчерпания конечного сброса принято проведение полива переменной струей.

Таблица 1

Варианты полива и данные исследования

Варианты полива	Длина борозды, м	Ширина междурядья, м	Расход, л/с	Уклон	Приемы полива
Д (Опыт №1)	160	0,9	1,0 - 0,9	0,0028	Полив в каждую борозду
Д (Опыт №2)	220	0,9	1,5 - 1,3	0,0028	Полив переменной струей
Е (Контроль №1)	160	0,9	1,0 - 0,9	0,0028	Полив в каждую борозду
Е (Контроль №2)	220	0,9	1,5 - 1,3	0,0028	Полив переменной струей

Сроки полива и длительность водоподачи в контрольном варианте «Е» назначались согласно графику поливов хозяйства.

В исследование включали оценку: расходов водоподачи в борозду, добегания и спада поливной струи, длины борозды, а также глубинной фильтрации.

Нужно отметить, что при проведении поливов в данных исследованиях полив переменной струей из-за отсутствия поливных трубопроводов для распределения воды по бороздам был неавтоматизированным, но адаптированным к существующим условиям, когда вода подается к поливным бороздам через распределительную борозду, снабжаемая из участкового оросителя.

По окончании добегания поливной воды в бороздах левого плеча, расход регулировался так, чтобы борозды правого плеча получали половину начального расхода и после периода времени, равного длительности четверти импульса, расход увеличивался вдвое и делился на обе стороны, которые поливались одновременно. По окончании полива борозд правого плеча расход снижался, и только борозды левого плеча поливались до завершения полива.

Для изучения рациональности установленных элементов техники полива на контрольном и опытных участках определяли влажность почв на расстояниях 0,25 l_b , 0,75 l_b и 1,0 l_b от начала борозды. Изменение влажности почв по вариантам до и после полива на опытных и контрольных участках приведены в таблице 2.

Таблица 2

Изменение влажности почв до и после поливов (в процентах от веса)

Горизонты, м	Расстояние 0,25 l_b		Расстояние 0,75 l_b		Расстояние 1,0 l_b		Расстояние 0,25 l_b		Расстояние 0,75 l_b		Расстояние 1,0 l_b	
	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива
ВАРИАНТ D (ОПЫТ №1)												
0-0,3	13,8	23,0	13,5	22,4	13,3	22,0	16,8	23,4	16,5	22,9	16,0	22,4
0,3-0,7	14,6	23,4	14,5	22,8	14,2	22,1	17,2	23,8	16,7	23,1	16,4	22,5
	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива
0-0,3	16,6	23,4	16,2	23,0	15,9	22,4	16,7	23,5	16,6	23,4	16,3	23,0
0,3-0,7	17,4	23,6	17,0	23,2	16,4	22,8	17,2	24,2	17,0	24,0	16,6	23,4
КОНТРОЛЬНЫЙ УЧАСТОК №1												
	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива
0-0,3	13,8	24,0	13,5	23,6	13,3	23,0	14,6	23,8	14,4	23,4	14,1	23,0
0,3-0,7	14,6	24,2	14,5	24,0	14,2	23,2	14,9	24,2	14,5	23,6	14,4	23,3
	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива
0-0,3	14,8	24,1	14,6	23,7	14,1	23,0	15,0	24,3	14,8	24,0	14,4	23,4
0,3-0,7	15,0	24,4	14,7	23,9	14,4	23,6	15,4	24,6	15,0	24,2	14,6	23,7
ВАРИАНТ D (ОПЫТ №2)												
	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива
0-0,3	13,8	23,8	13,5	23,4	13,3	23,0	16,8	23,5	16,5	23,3	16,0	22,8
0,3-0,7	14,6	24,2	14,5	23,8	14,2	23,1	17,2	23,9	16,7	23,6	16,4	23,0
	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива
0-0,3	17,0	23,6	16,6	23,4	16,1	22,9	17,3	24,4	17,0	23,9	16,5	23,1
0,3-0,7	17,4	23,8	17,1	23,6	16,6	23,0	17,6	24,7	17,3	24,2	16,6	23,3
КОНТРОЛЬНЫЙ УЧАСТОК №2												
	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До I полива	После I полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива	До II полива	После II полива
0-0,3	13,8	24,7	13,5	24,5	13,3	23,3	14,6	24,0	14,4	23,5	14,1	23,0
0,3-0,7	14,6	24,9	14,5	24,7	14,2	23,5	14,9	24,3	14,5	23,8	14,4	23,2
	До III полива	После III полива	До III полива	После III полива чс	До III полива	После III полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива	До IV полива	После IV полива
0-0,3	14,8	24,5	14,6	24,0	14,1	23,5	15,0	24,4	14,8	24,0	14,4	23,5
0,3-0,7	15,0	24,9	14,7	24,4	14,4	23,7	15,4	24,5	15,0	24,1	14,6	23,9

Используя данные влажности почв и формулы Роде А.А. [6], вычислены поливные нормы по поливам на опытных и контрольных участках.

Для изучения равномерности увлажнений ниже приводится (табл. 3) распределение поливной нормы по отдельным отрезкам борозд до расстояний 0,25 l_b , 0,5 l_b , 0,75 l_b и до конца борозды.

По данным таблицы 3 можно сказать, что в среднем по вариантам опытов оросительные нормы составили в опыте № 1 варианта «D» 443,2 мм, когда на контроле № 1 она была равна 584 мм. Таким образом, оросительная норма были ниже чем на контроле на 140,8 мм.

Также в опыте № 2 варианта «D» эта величина составила в сравнении с контролем № 2 разницу в 134,4 мм оросительной нормы, который является величиной сэкономленной оросительной воды. Коэффициент равномерности увлажнения по длине борозды в опыте №1 – 0,82, на контроле – 0,64, а также в опыте №2 и контроле №2 они составили, соответственно, 0,81 и 0,66.

Таблица 3

Распределение поливной нормы по отрезкам борозд на опытных и контрольных участках по вариантам, а также оросительные нормы, мм.

П О Л И В Н Ы Е Н О Р М Ы																						
Варианты	Номера опытов	До расстояния 0,25l _б				До расстояния 0,5l _б				До расстояния 0,75l _б				До конца борозды				Поливная норма нетто			Оросительная норма	
		П О Л И В Ы																				
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III		IV
D	№1	38,4	28,5	28,9	28,9	34,7	24,8	24,0	25	32,1	23,2	24,3	24,6	32,0	24,3	23,6	23,9	139,2	100,8	100,8	102,4	443,2
E	Конт.№1	48	44,3	45,7	44	41,7	37	39	37,2	33,3	31,5	32,9	32,1	30,6	28	28	30,7	153,6	140,8	145,6	144,0	584,0
D	№2	42,9	31,3	30,9	30,4	40,3	26,1	23,4	25,7	37,5	24,4	23,3	24,8	34,5	25,4	24,8	24,7	155,2	107,2	102,4	105,6	470,4
E	Конт.№2	50,1	44,6	47	44,3	46,7	37,4	40,1	39,4	36	30,4	33,2	32,6	32	30	31,7	29,3	164,8	142,4	152,0	145,6	604,8

Следовательно, уменьшением инфильтрации в глубину почвы увеличится скорость движения потока воды при каждом импульсе, обеспечивая равномерность увлажнения почвы по длине борозды.

Таблица 4

Урожайность хлопчатника и расход воды на единицу продукции

Варианты	Номер опыта	Оросительные нормы, мм	Урожайность, ц/га	Расход воды, мм/ц
D	1	443,2	40,3	12,1
E	Контроль №1	584	32,5	18,0
D	2	470,4	37,8	13,0
E	Контроль №2	604,8	31,5	19,2

Из таблицы 4 следует также, как и при поливах через поверхностный экран, что большим преимуществом обладают поливы в каждую борозду, где больше экономия воды, хотя и больше затраты труда на проведение поливов, а прирост урожайности составил 7,8 ц/га.

Выводы

1. Установлено, что на опытных полях среднее значение основной скорости инфильтрации « Φ_0 » для длинных борозд (220м) снижается от первого к четвертому поливу с 0,000206 до 0,000193 м³/мин/м, являясь несколько выше чем на контрольных бороздах, причиной которого является применение экрана из ППК.

2. Установлено, что при поливах хлопчатника на полях с внутрипочвенным экраном из ППК, с применением метода дискретного полива, глубинная фильтрация уменьшается на 18-21 % от оросительной нормы. Следовательно, при таких поливах обеспечивается экономия воды, особенно больше преимущества полива в каждую борозду с длинными бороздами (l_б =220м), где требуется меньшие затраты труда на поливы и отмечается повышение КЗИ от 0,82 до 0,91.

3. Соблюдение оптимального водного режима с внедрением водосберегающих способов полива дает значительный прирост урожайности хлопка-сырца, которая составила в вариантах с внутрипочвенным экраном на 7,8 ц/га выше, чем на контроле.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмеджонов, Д.Г. Водный режим и водосберегающие технологии полива хлопчатника. Монография / Д.Г. Ахмеджонов, Г. Ахмеджонов. – Германия, Lambert Academic Publishing. – 2017, май. – 117 с.
2. Изумрудов, В.А. О сильном влиянии температуры на равновесие интерполиэлектrolитной реакции замещения / В.А. Изумрудов, О.О. Ортега, А.Б. Зезин // Высокомолек. соед. – 1995. – ТБ37, №10. – С. 1802-1803.
3. Кабанов, В.А. Влияние низкомолекулярных солей на конкурентное связывание поликатионов ДНК и полиметакрилат-анионов с поли-N-этил-4-винилпиридинием в водных растворах / В.А. Кабанов, М.В. Жирякова, С.И. Каргов и др. – Докл. РАН. 1993. – Т.329. – № 1. – С. 66-69.
4. Камбаров, Б.Ф. Пленочные покрытия на мелиоративно неблагоприятных землях / Б.Ф. Камбаров, Т.О. До-ниеров // Экономический вестник Узбекистана. – Ташкент, 2002. – № 3. – С. 7-8.
5. Мухамедов, Г.И. Интерполимерные комплексы. Монография / Г.И. Мухамедов, М.М. Хафизов, С.Я. Инагамов. – LAP LAMBERT Academic Publishing, Germany. – 2017. – P. 287.
6. Роде, А.А. Основы учения о почвенной влаге / А.А. Роде. – М.: Гидрометеоздат., 1985. – 564 с.
7. Салохиддинов, А.Т. Научные основы развития сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ в пустынной зоне Республики Узбекистан (на примере Центральных Кызылкумов и Приаралья): Дис. докт. техн. наук / А.Т. Салохиддинов. – Ташкент, ТИИМ, 2003. – С. 254.
8. Хамраев, Н.Р. Экономика водосберегающих технологий орошения в Узбекистане / Н.Р. Хамраев, С.У. Джала-лов. – Ташкент: Мехнат, 1990. – 127 с.
9. Dautzenbeig, H. Polyelectrolyte complex formation in highly aggregating systems. Effect of salt: response to subse-quent addition of NaCl / H. Dautzenbeig, N. Kazibyants // Macromol. Chem. and Phys. – 1999, – V. 200, №1. – P. 118-125.

Материал поступил в редакцию 24.08.18.

WATER SAVING TECHNOLOGIES OF COTTON IRRIGATION ON THE FIELDS WITH INTRASOIL SCREEN BASED ON A POLYMER-POLYMER COMPLEX

D.G. Akhmedzhonov¹, Kh.R. Ibragimova²

¹ Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, ² Senior Lecturer
Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Uzbekistan

Abstract. *This article deals with ridge-and-furrow irrigation of cotton using the intrasoil screen based on a polymer-polymer complex consisting of carboxymethyl cellulose (CMC), urea-formaldehyde resin (UFR) and ortho-phosphoric acid. As a result of the new technology of ridge-and-furrow irrigation without discharge and in conditions of gray-brown heavy loamy soils, considerable savings in irrigation water are achieved, the coefficient of uniformity of moistening increases, as a result of which there is an increase in the yield of raw cotton and the economic efficiency of the taken measures.*

Keywords: *polymer, water saving, ridge-and-furrow irrigation, watering rate, imbibition, infiltration, additional moistening, water retention, intrasoil screen.*

УДК 633.11:631.52(574.2)

ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО КОМПЛЕКСУ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Ю.Ю. Долинный¹, К.К. Абдуллаев², Г.Н. Иванова³, Э.И. Фердерер⁴

¹ заведующий лабораторией генофонда, аспирант, ² доктор сельскохозяйственных наук, генеральный директор, ³ научный сотрудник, ⁴ младший научный сотрудник
ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева» (п. Научный), Казахстан

***Аннотация.** Целью исследований являлось изучение коллекции яровой мягкой пшеницы по хозяйственно-ценным признакам для условий степной зоны с устойчивой урожайностью зерна и ценными агробиологическими признаками для включения в селекционные программы. Исследования проводились в 2015–2017 гг. в Научно-производственном центре зернового хозяйства им. А.И. Бараева. Объектом исследований являлись коллекционные формы яровой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. В результате исследований были выделены линии, которые обладали различными ценными признаками и свойствами.*

***Ключевые слова:** пшеница, генофонд, урожайность, масса 1000 зерен, белок.*

Генетические ресурсы культурных растений и их диких родичей (ГРР) являются одним из важнейших компонентов растительного биологического разнообразия, т.к. имеют фактическую или потенциальную ценность для производства продуктов питания, устойчивого развития экологически безопасного сельского хозяйства, создания сырья для промышленности. Именно поэтому проблемы сбора, сохранения, изучения и рационального использования генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей являются государственными, стратегически важными и непосредственно связаны с обеспечением как национальной, так и глобальной продовольственной, биоресурсной и экологической безопасности [1].

В практике растениеводства достоинства того или иного сорта оцениваются по полученному урожаю. Однако для вскрытия причин, определяющих его величину, необходимо изучить особенности формирования урожая в процессе роста и развития растений, т.к. конечная продуктивность и урожайность являются результатом многих процессов жизнедеятельности растений [2].

Северный Казахстан – один из регионов с жесткими природно-климатическими условиями, где экологическая составляющая вариabельности урожая достигает 60–80 % и дальнейшее повышение урожайности тесно связано с проблемой ее стабильности. Климатические изменения, происходящие на Земле, ставят задачи повышения производства качественного зерна сельскохозяйственных культур, в частности зерновых, широко используя адаптивные сорта, способные стабильно реализовывать свой потенциал. В условиях повышенной континентальности климата особенно важно выделение сортов, устойчивых к неблагоприятным факторам среды, поражению болезнями и вредителями. В Акмолинской области Шортандинского района в наибольшей степени посевы яровой мягкой поражаются листовой, стеблевой ржавчинами [6], септориозом и головневыми заболеваниями. Защита посевов от листовой ржавчины (*Pucciniastricaria*) может обеспечиваться двумя путями – обработка фунгицидами и использование устойчивых сортов [7, 8]. Поэтому особую актуальность приобретает задача всестороннего и целенаправленного изучения генофонда, отбора генотипов, имеющих выраженные хозяйственно-ценные признаки.

Материалы и методы

Питомник изучаемого коллекционного материала яровой мягкой пшеницы высеян на полевом стационаре по чистому плоскорезному пару. Полевые работы начаты с 20 мая: на площадях, предназначенных для посева, проведено закрытие влаги зубковыми боронами БИГ-3. После достижения почвой физической спелости и оптимальной температуры, проведена предпосевная обработка тяжелыми культиваторами АКП-8. Закладка полевых опытов зерновых культур проведена сеялкой ССФК-7. Площадь делянок от 1 до 2 м², норма высева 350 зерен на 1 м². Стандартные сорта: Астана, Акмола 2, высеваются через 10 номеров. Фенологические наблюдения, оценки к стрессовым факторам среды, учет урожая, лабораторный анализ растений и другие показатели проводятся согласно методическим указаниям ВИР по пополнению, сохранению в живом виде и изучению мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале [3].

Изучение сортообразцов на устойчивость к болезням осуществлялось на инфекционных фонах, созданных с учетом каждого конкретного возбудителя. Питомники стеблевой и бурой ржавчины закладывались по методике Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [4]. Инокуляцию растений проводили в фазе трубкования. Интенсивность поражения определяли по шкале Петерсона, Кампелла и Ханнага [9], тип поражения бурой ржавчины по Мейнса-Джексона [10].

Определение содержания белка в зерне проводилось при помощи инфракрасного анализатора ИнфраЛЮМ

ФТ-10, согласно СТ РК 1564-2006 «Определение основных показателей качества зерна с помощью инфракрасных анализаторов». Сущность метода заключается в измерении спектра пропускания исследуемого образца в ближней инфракрасной области и последующем количественном расчете определяемых показателей по ранее созданным градуировочным моделям. Результат измерения вычисляется автоматически программой «Спектра ЛЮМ/Про» и выводится на дисплей.

Статистическая обработка данных - по методике полевого опыта и программе «AGROS 2.11» [5].

Результаты и обсуждение

За 2015-2017 годы в полевых условиях высевалось 3833 образца яровой пшеницы, из них для продления жизнеспособности – 1151 образец.

Коллекционный материал представлен образцами яровой пшеницы, из различных регионов Казахстана, Восточной и Западной Сибири, Алтая, Урала, Нечерноземья, Поволжья, Белоруссии, Украины, Канады, США, СИММИТ и др. Изучение генотипов различного эколого-географического происхождения позволило определить варьирование количественных и качественных показателей и выявить источники ценных свойств и признаков с целью их дальнейшего использования в селекции.

Высота стеблестоя за годы изучения у образцов варьировала в широких пределах. Глазомерная оценка по полеганию в среднем за три года показала высокую устойчивость к полеганию 85 % изучаемых генотипов. Низкую устойчивость к полеганию имели образцы пшеницы К-65281 местный, К-65282 местный, China 15, Тел – 211 и др. По засухоустойчивости отмечены ряд образцов Самарского НИИСХ, Канады, СИММИТ табл. 1.

Таблица 1

Варьирование высоты образцов по годам, см

Год	Питомник изучения и оценки мягкой пшеницы		Акмола 2 st.
	min	max	
2015	50	98	82
2016	37	92	81
2017	22	70	56
Среднее	36	87	73

Уровень урожайности зерновых культур в немалой степени зависит от продолжительности вегетационного периода, который изменялся в зависимости от погодных условий.

В 2015 году у яровой пшеницы 54 % имели продолжительность вегетационного периода более 105 дней, 17 % – 100-104 дня, 12 % – 95-99 дней, 17 % – менее 94 дней. Корреляционный анализ показал сопряженность вегетационного периода с межфазными периодами всходы-колошение ($r=0,48^{**}$), колошение-восковая спелость ($r=0,92^{**}$), с зерновой продуктивностью главного колоса ($r=0,49^{**}$) и растения ($r=0,46^{**}$), в меньшей степени с числом зерен главного колоса ($r=0,36^{**}$). В 2016 году корреляционный анализ показал сопряженность вегетационного периода с межфазными периодами всходы-колошение у пшеницы ($r=0,49^{**}$), колошение-восковая спелость у пшеницы ($r=0,88^{**}$). В слабой степени ($r=0,23^{**}$) выражена корреляционная зависимость у пшеницы между урожайностью и периодом всходы-колошение. В 2017 году продолжительность вегетационного периода яровой пшеницы составила от 84 до 95 (Ли-ин 1, Sapporo Haru Komugi 9) дней, при уровне стандарта Акмола 2 – 87. Корреляционный анализ показал положительную корреляционную связь вегетационного периода с весом зерна главного колоса ($0,49^{**}$), весом зерна растения ($0,46^{**}$). Среди образцов пшеницы наиболее скороспелыми за три года были: Тулунская 15, Новосибирская 89, Челябинская ранняя, Уральская кукушка, Наамам 4, Недра, Астана 2, К- 65289 местный, К65281 местный, Лютесценс 122, Асыл–Сапа, Stendal, Наамам 4. Gabo, Coronation 1, Kenya Selection, Василиса, Степная 245, Лютесценс 30, Gamset, Redfile, Тел – 49, Probstdorfer Manitoba, Jap, Cailloux, Kenya Selection, RL 5437 и др.

Продуктивность коллекционных образцов – основной и наиболее важный критерий, характеризующий селекционную ценность образцов. Следует отметить, что сложившиеся погодные условия вегетации 2015-2017 г.г. оказали большое влияние, как на развитие, так и на формирование урожая пшеницы. Урожайность образцов изменялась в широких пределах по годам исследований. В 2015 году сформировали урожай выше стандарта 58 %; в 2016 году – 27,6 %; в 2017 году – 30 % образцов яровой пшеницы табл. 2.

Таблица 2

Урожайность коллекционных образцов, г/м²

Год	Яровая мягкая пшеница		
	min	max	Акмола 2, st
2015	54	429	289
2016	90	354	199
2017	90	400	200
среднее	78	394	229

Положительная корреляционная связь урожайности с высотой ($r=0,57^{**}$), вегетационным периодом ($r=0,53^{**}$) отмечена у образцов пшеницы.

По результатам исследований в среднем за 3 года стабильную урожайность формировали образцы яровой пшеницы – Lutestsens 7-04-10, Ekada 121, Lutestsens 532-00-13, Fiton 204, Altayskaya 530*2/3/Whear/Vivitsil/Whear, Sonata/Haril #1/Tertsiya, Lutestsens 210.99.10/3/srn/Ae.Squarrossa, Stepnaya-1/tam200/tui/3/Lutestsens 210.99.10, Степная 1413, Лютеценс 25/93-01-2, Экада 148, Тобольская, Сибирская 17, к-65275 местный, Степная 1422, и др. Выявлена положительная корреляционная связь урожайности с весом зерна главного колоса (0,61**), весом зерна растения (0,54**), длиной колоса (0,45**), числом зерен (0,43**), массой 1000 зерен (0,38**).

Элементы структуры урожая – ведущие факторы в формировании урожая культуры и сорта. Одним из компонентов урожайности зерновых культур является продуктивная кустистость. В засушливых условиях Северного Казахстана повышенная кустистость играет положительную роль в формировании урожайности только во влажные годы или в годы с оптимальным распределением осадков, что подчеркивал в своих исследованиях В.П. Кузьмин.

В среднем за три года продуктивная кустистость составила у пшеницы от 1,0 до 3,1 продуктивных стебля на растение. Засушливые условия и высокие температуры в критический период роста растений (выход в трубку-колошение) способствовали сильному уменьшению количества зерен в колосе. Озерненность колоса изменялась от 22 до 46 штук. Выявлена положительная корреляционная связь числа зерен главного колоса у пшеницы с вегетационным периодом (0,45**).

Масса зерна колоса мягкой пшеницы изменялась от 0,63 до 1,94 г; масса 1000 зерен – от 26,8 до 48,1 г (табл. 3).

Таблица 3

Элементы структуры урожая

Год	Яровая пшеница		
	min	max	Акмола 2, st
Продуктивная кустистость			
2015	1,1	2,8	1,4
2016	0,9	3,9	1,7
2017	1,0	2,6	1,2
среднее	1,0	3,1	1,4
Озерненность колоса, шт.			
2015	21	50	29
2016	29	53	31
2017	15	36	22
среднее	22	46	27
Масса зерна колоса, г			
2015	0,75	2,37	1,23
2016	0,81	2,08	1,20
2017	0,32	1,37	0,82
среднее	0,63	1,94	1,08
Масса 1000 зерен			
2015	33,5	54,6	43,9
2016	24,3	44,0	37,8
2017	22,6	45,6	35,7
среднее	26,8	48,1	39,1

В условиях 2015 года сформировали массу 1000 зерен выше стандарта 42 %, в 2016 году – 34 %, в 2017 году – 29 % образцов пшеницы, 9 % образцов яровой пшеницы

Вес зерна главного колоса пшеницы коррелирует в высокой степени с числом зерен (0,73**), средней степени длиной колоса (0,68**) и слабой массой 1000 зерен (0,35**). Вес зерна растения пшеницы сопряжен с весом зерна главного колоса (0,79**), в меньшей степени с числом зерен (0,55**), длиной колоса (0,50**), массой 1000 зерен (0,32**).

В среднем за три года крупнозерностью отличались образцы яровой пшеницы – Лютеценс П-66 Б, к-65284, к-66285, к-65285, Фитон с 36 чс, Северянка 2, Наатам 4, ГВК 2031-13, Сигма, Фитон 82, к-65285, Lutestsens 197-04-7 Бостандык, Бірлестік, Целинная 14, Лютеценс 2102, Степная 245, Sefidak, Fiton 41/Bavis//Lutes, Omskaya 37/3/ka/nac//trch/4/, Altayskaya 530/3/KA /nac//trch/4//Omskaya 36, Tselinnaya 24/Saar //Babax, Tselinnaya Yubileynaya/ Skent 2... и др.

За три года определено содержание белка в зерне у 900 образцов мягкой пшеницы. В среднем изменение белка у образцов находилось в диапазоне 12,2 – 20,3 %, при уровне стандарта Акмола 2 – 15,6 %. Высоким уровнем белка отличались образцы: мягкой пшеницы – Fiton С 37, Lutestsens-158-01*2//tam200/turaco, Altayskaya 530*2/3 /whear/vivitsil/whe, тел-46, тел-49, Немчиновская 1, Gabo, Raven Mara, А-51, Ырым, Челябин 75, Астана 2, Тулунская 15, Альфа 79 и др.

Таким образом, по результатам исследований установлено, что использование в селекционном процессе

выделенных линий позволит существенно ускорить создание новых адаптивных, раннеспелых высокоурожайных, отличающихся высоким содержанием белка сортов и гибридов яровой мягкой пшеницы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дзюбенко, Н.И. Вавиловская стратегия пополнения, сохранения и рационального использования генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей / Н.И. Дзюбенко // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2012. – Т. 169. – С. 4-41.
2. Зыкин, В.А. Селекция яровой мягкой пшеницы на адаптивность в условиях Западной Сибири: особенности, результаты, перспективы / В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.М. Россев // Проблемы селекции и семеноводства полевых культур в Западной Сибири и Казахстане. – Барнаул, 2001. – С. 21–31.
3. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале // Методические указания ВИР. – СПб., 1999. – 61 с.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Алматы, 2002. – С. 270-272.
5. Мартынов, С.П. Пакет программ статистического и биометрического генетического анализа в растениеводстве и селекции «AGROS», версия 2.11.
6. Morgounov, A. Leaf rust of spring wheat in Northern Kazakhstan and Siberia: incidence, virulence, and breeding for resistance. / A Morgounov, L Rosseeva, M Koyshibayev // Australian Journal of Agricultural Research. – 2007. – 58. P. 847.
7. Rosewarne, G.M. Analysis of leaf and stripe rust severities reveals pathotype changes and multiple minor QTLs associated with resistance in an Avocet x Pastor wheat population / G.M. Rosewarne // Theor Appl Genet. – 2012. – 124. – P. 1283-1294.
8. Martinez, F. Characterization of Lv46, a gene conferring partial resistance to wheat leaf rust / F. Martinez, R.E. Niks, R.P. Singh, D. Rubiales // Hereditas 135. – 2001. – P. 111-114.
9. Peterson, R.F. diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals / R.F. Peterson, A.B. Campbell, and A.E. Hannah // Can. J. Res.Sect. – 1948. – P. 496-500.
10. Mains, E.B. Phytopathol / E.B. Mains, U.C Jackson // V.16/1 1962. – P.89-120

Материал поступил в редакцию 24.08.18.

EVALUATION OF THE COLLECTION OF SPRING SOFT WHEAT ON THE COMPLEX SIGNS FOR SELECTION OF NORTHERN KAZAKHSTAN

Yu.Yu. Dolinnyy¹, K.K. Abdullayev², G.N. Ivanova³, E.I. Ferderer⁴

¹ Head of the Laboratory of Genebank, Postgraduate Student, ² Doctor of Agricultural Sciences, Director General, ³ Researcher, ⁴ Junior Researcher

A.I. Barayev Research and Production Centre for Grain Farming (Nauchny), Kazakhstan

Abstract. *The researches deal with the collection of spring soft wheat on economically valuable signs for conditions of a steppe zone with steady grain productivity and valuable agrobiological signs for inclusion in selection programs. Researches were conducted in 2015-2017 in the A.I. Barayev Research and Production Centre for Grain Farming. An object of researches is collection forms of spring soft wheat of various environmental-geographical origin. As a result of researches the lines, which had various valuable signs and properties, have been revealed.*

Keywords: *wheat, genebank, productivity, weight per 100 kernels, protein.*

Historical sciences and archeology
Исторические науки и археология

УДК 93:902

ИЗ ИСТОРИИ СРЕДНЕВЕКОВОГО ГОРОДА ИШТИХАН

А.П. Асланов, преподаватель кафедры археологии
Самаркандский государственный университет, Узбекистан

***Аннотация.** В данной статье на основе археологических и письменных источников рассматриваются вопросы локализации и история одного из крупных городов Согда – Иштихан. Анализ археологических и письменных данных дает возможность предполагать, что город Иштихан сложился в течение VI-VII вв. на месте памятника Иштихантепе, при Саманидах он развивается быстрыми темпами и функционирует до монгольского завоевания. В дальнейшие века основная часть превращается в кладбище и часть – в населенный пункт.*

***Ключевые слова:** Согд, Иштихан, Самарканд, Гурек, Саманиды, Афрасиаб, Цитадель, Шахристан, Бузмаджан, Ибн Хаукаль, Кушания.*

Согд – центральная область Средней Азии. Основными землями Согда были территории в долине р. Зеравшан с центром к Самарканде. В более широком понимании в Согд включались и владения Кеши Нахшеб в долине р. Кашкадарьи.

Иштихан – один из крупных городов Согда, не уступавший по значимости Кушании, был расположен почти в центральной части Мианкальского полуострова¹. Еще в X в. город имел шахристан, цитадель и рабад. Как известно, во время арабского завоевания после падения Самарканда, в определенное время Иштихан становится столицей Согда [1, с. 146-147]. По мнению О.И. Смирновой, слово «Иштихан» образовано от согдийского Иштиханч (собственно “Восьмиарычный”) [6, с. 62]. Есть мнение, что название города несёт смысл «Ихшидкан», т.е. как «резиденция Ихшида».

В средние века Иштихан, как отдельный административный район (рустак) Согда, имел экономическо-политическое значение. Он как Самарканд, Кушания и Арбинджан был одним из торговых центров региона. Товары, произведенные в Иштихане, экспортировались зарубеж. Известно, что Иштихан в 742 г. отправил в качестве дани в Китай свои товары [6, с. 127]. В.В. Бартольд отмечал два направления торговли согдийцев: восточное – со странами Дальнего Востока, и западное – с Византией. Археологическими работами накоплен значительный материал по внешней торговле Согда, который не только может служить иллюстрацией и письменным источником, но и дополняет и изменяет ранее сложившиеся в науке представления [7, с. 70].

Еще в Кушанской империи через Среднюю Азию проходили пути международной торговли, в том числе Шелковый путь, связывавший Восток с Римом и Китаем. Позднее производство шелковых тканей возникает и в Средней Азии. На Западе шелкоткачества в это время не было. Рим, как и позднее Византия, зависел от импорта шелка из Китая и Центральной Азии, причем в роли посредников выступали персидские и согдийские купцы.

Согдийцы, начавшие производить шелковые ткани, по-видимому, в VII в., и имевшие тесные связи с китайскими поставщиками шелка-сырца, больше всего заинтересованы в налаживании среднеазиатско-византийской торговли шелком.

Большие рынки, доходы с которых поступали в руки владельцев и местных дикхан, имелись в Иштихане и в других крупных городах. О рынках Иштихана имеются сообщения у Истахри и Ибн Хаукаль. По их словам, иштиханские рынки в свое время были конфискованы халифом Мутасимом (833-842) [6, с. 132].

Исторические сведения о средневековом Иштихане весьма ограничены. Основные данные принадлежат китайским и арабским источникам. На китайской хронике “Бейшу” и “Сейшу”, составившихся с VII в. н.э., Иштихан назван Цао. На основе данных более ранних источников Западный Цао, то есть Иштихан, упоминается как самостоятельное владение.

«Цао. Резиденция владения Цао лежит в нескольких ли от реки Нами (река Зарафшан) на юг. Это древняя кангойская страна. Сие владение не имеет государя, а правление земли канский (Самаркандский) владетель поручил своему сыну Угяню. Резиденция имеет три ли окружности. Строевого войска около 1000 человек. Во владении господствует дух Дэси, которому поклоняются во всех областях, лежащих от западного (Каспийского) моря на восток. Он представлен в образе золотого скакуна. Ежедневно в жертву ему закалывали пять верблюдов, десять лошадей и сто баранов. Число жертвующих иногда простирается до нескольких тысяч. На юго-восток до канского

владения 100 ли, на запад до Хэ, на восток до Гуа-чжеу – 6000 ли». [6, с. 11]. Данная мера единица составляет приблизительно 571,5 м. Согласно китайским источникам, расстояние между Иштиханом и Самаркандом составляет около 57 км. Ишхид Согда Гурек в китайских источниках упоминается в форме У-ле-га (или У-ле-цзя). Согласно китайской исторической хронике «Чэфу», у владельца Кана У-ле-га было два сына: старший по имени Ду-гэ (или Ду-хе), и младший, Мо-чжо [4, с. 25]. Согласно «Таншу», в 731г. Ду-хэ был поставлен наместником Иштихана, а Мо-чжо – Маймурге. В 738 г. китайский Двор получил известие о кончине У-ле-га, и на самаркандский престол был возведен его старший сын Ду-хэ. Китайский император отправил в Согд своего специального посланника. Правителем Иштихана в начале VIII в. был некий Карзанджа. Некоторые исследователи интерпретируют как тюркское «Кара-занги». У ат-Табари он был назван «одним из вождей тюрков» [5, с. 79].

Арабские географы X в. приводят некоторые данные об областях Иштихана. Отмечая исключительное плодородие земель, они указывают на разветвленную систему их орошения. Главный канал Иштихана, носивший в X век то же название, что и город, был выведен из Зарафшана, наряду с каналами Синаваби Бузмаджан, на местности Губар. По сведениям Ибн-Хаукаля, «каналом этим начинали пользоваться примерно в 4 фарсах от его головы, где он разветвляется на протоки и орошает его рустаков и является самым значительным из вышеупомянутых каналов».

Арабский географ приводит краткие данные о главных городах Согда: «Иштихан – отдельно стоящий город, очень большой и изобилующий окрестными селениями, садами, лугами, местами для прогулок и болотами, поросшими тростником, хотя впрочем весь Согд довольно однообразен в смысле здоровья, плодородия, растительности, плодов и посевов. Исключение составляет Кушания. Последний поистине считается сердцем Согда и является самой культурной его частью. В Иштихане имеется цитадель в шахристане и рабад, а также протоки и плантации. Из одного его селения происходил Оджейф б. Анбаса. Там же селения, которые конфисковал Муътасим. Впоследствии Муътamid Алаллахи предоставил их Мухаммеду б. Тахиру б. Абдаллаху б. Тахиру» [6, с. 12-13].

О локализации данной местности говорится и в трудах арабских географов. По мнению Истахри, Иштихан находится 7 фарсах к северо-западу от Самарканда [1, с. 146]. Истахри и ал-Мукаддаси упоминали Иштихана среди 12 городов Согда [2, с. 187]. Историю раннесредневекового Иштихана дополняют археологические материалы.

Систематические работы по археологическому изучению Мианкаля и прилегающих зон осуществлялись Узбекистанской искусствоведческой экспедицией. В 1961 г. были проведены первичные рекогносцировки археологических пунктов на пути от Дагбитадо Зирабулака. Были выявлены и намечены объектами стационарных работ четыре пункта: Катта-Кумышкенттепе (близ одноименного кишлака Кумышкент), Иштихантепе (в Иштихане), Чуюнчитепе и Гяуртепе (западнее Каттакургана). В том же году при разведках к северу от Акдарьи были обследованы ряд городищ, наибольший интерес среди которых вызвало Арктепе в Иштиханском (ныне Пайарыкском) районе, имеющее античную основу [8, с. 55].

В 1960-х годах проводились исследования в Иштихантепе в черте города Иштихан, которой локализован средневековым Иштиханом. Нынешний Иштихан находится около 60 км от Самарканда. По арабско-персидским источникам это расстояние составляет около 7 фарсах [6, с. 156]. Необходимо отметить, что в средние века фарсах имел разные расстояния. В источниках фарсах приравнялся в среднем к 6-8 км. Из этого следует отметить, что расстояние, указанное в арабских источниках, равно нынешним показателям.

Иштихантепе представляет собой археологический памятник типа «тепе со шлейфом». Южная часть высотой до 10 м имеет крутые скаты, но в микрорельефе не видно ограждающих стен. В начале 60-х годов еще существовала внешняя северо-западная стена шахристана длиной до 85 м и ее юго-западный поворот; ныне здесь все застроено. Подъемный материал на городище – от VI-VII до XII вв. керамика, жженые квадратные кирпичи, фрагменты средневекового стекла, средневековые монеты и т.д. [6, с. 161].

Иштихантепе являлся центром раннефеодального населенного пункта, разросшийся у подножья диканского кешка, впоследствии преобразованного в цитадель. Период этот археологически запечатлен остатками небольшого оссуарного могильника VI-VII вв. на обрывистом берегу канала Хазар, протекающего южнее Иштихантепе. Иштихан во время развитого средневековья (IX-XII вв.) характеризуется как город с укрепленным центром и обширными предместьями – рабадами.

Средневековая керамика Иштихана, как и других населенных пунктов Мианкаля, беднее, чем Афрасиаба – Самарканда. Вероятно, часть из них изготовлялась в местных провинциальных гончарных мастерских, во всяком случае, в Иштихане. Нами встречались и бракованные сосуды, и штыри из печного припаса гончаров-керамистов.

Среди нумизматических находок Иштихана – несколько медных монет чекана Саманидов, одна каранидская, т.е. XI в., другая время правления Улугбека, а также монеты поздних чеканов XIX в. К этому следует добавить зарегистрированную ранее серебряной монеты бухархударского типа VII—VIII вв. [6, с. 174].

Археологические исследования в Иштихантепе показали, что городище сложилось в течение VI-VII вв., при Саманидах она развивается быстрыми темпами и функционирует до монгольского завоевания. В дальнейшие века основная часть городища превращается в кладбище и часть населенного пункта.

Примечание

¹ Минакал – территория между двух русел Зарафшана – Акдарьи и Карадарьи. В исторических и географических источниках называется как Мианкальский полуостров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бартольд, В.В. Туркестан в эпоху монгольского нашествия. Соч. Т. 1. / В.В. Бартольд. – М.: Наука, 1963.
2. Беленицкий, А.М. Средневековый город Средней Азии / А.М. Беленицкий, И.Б. Бентович, О.Г. Большаков. – Л.: Наука, 1973
3. Камолиддин, Ш.С.. Новые данные о потомках владельца Согда Гурака / Ш.С. Камолиддин // Согдийский сборник. Выпуск 1. Новейшие исследования по истории культуры Согда в Узбекистане. Saarbrucken. LAPLAMBERT Academic Publishing. – 2013.
4. Маликов, А.М. Тюрко-согдийские связи взаимовлияния в оазисах Центральной Азии / А.М. Маликов. – Согдийский сборник. Выпуск 2. Новейшие исследования по истории культуры Согда в Узбекистане. – Saarbrucken. LAPLAMBERT Academic Publishing. – 2013
5. Пугаченкова, Г.А. Древности Мианкаля / Г.А. Пугаченкова. – Т, Фан, 1989.
6. Смирнова, О.И. Очерки из истории Согда / О.И. Смирнова. – М.: Наука, 1970.
7. Средняя Азия и Дальний Восток в эпоху средневековья. Средняя Азия в раннем средневековье. – М.: Наука, 1999.
8. Тургунов, Б.А. О местоположении средневекового города Иштихан / Б.А. Тургунов // ОНУ. – 1963. – №11.

Материал поступил в редакцию 13.08.18.

ON THE HISTORY OF THE MEDIEVAL TOWN ISHTIKHON

A.P. Aslanov, Teacher of Department of Archeology
Samarkand State University, Uzbekistan

Abstract. *In this article on the basis of archaeological and written sources the issues of localization and history of Ishtikhon (one of the large towns of Sogdia) are considered. The analysis of archaeological and written data allows to assume that Ishtikhon has developed within the 6-7th centuries on the place of Ishtikhontepe monument, at Samanids it develops in high gear and functions up to Mongol invasions and conquests. In further centuries the main part of town becomes cemetery and a part – the settlement.*

Keywords: *Sogdia, Ishtikhon, Samarkand, Gurak, Samanids, Afrasiyab, citadel, Shahrison, Buzmadzhan, Ibn Ibn Hawqal, Kushaniya.*

УДК 93

КАСПИЙ ВЧЕРА И СЕГОДНЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**В.И. Быстренко**, доктор исторических наук, профессор

Новосибирский государственный университет экономики и управления НИИХ, Россия

***Аннотация.** После ликвидации СССР в районе Каспийского моря возникли проблемы, связанные с появлением новых суверенных государств и необходимостью разработки международного договора об условиях и принципах использования ресурсов Каспия. Урегулирование проблем затянулось почти на четверть века. В статье раскрываются позиции сторон на разных этапах переговорного процесса, противоречия между ними, показаны попытки урегулировать спорные проблемы путем двухсторонних договоренностей, раскрываются внутренние и внешние факторы, сдерживающие процесс принятия странами побережья Каспийского моря всестороннего международного договора о правилах пользования ресурсами Каспия. Обосновывается значение принятых в августе 2018г. Конвенции и ряда соглашений, перспективы их реализации.*

***Ключевые слова:** Каспийское море, Конвенция, Соглашения, энергетические ресурсы, безопасность, нефть, газ.*

Более четверти века проблема Каспия была одной из сложнейших на постсоветском пространстве. Особенно активно вопросы исследовались с конца 1990-х гг. и в 2000-е гг., меньше – в последние годы на завершающем этапе подготовки межгосударственных соглашений по Каспию [1, 2, 3, 7, 9, 11]. Достаточно сказать, что в одном из ведущих журналов, отражающих проблемы этого региона, «Азия и Африка сегодня» в 2016-2018гг. не было ни одного исследования по данной тематике. В августе 2018г. лидеры пяти прикаспийских государств наконец-то подписали Конвенцию о правовом статусе Каспийского моря и шесть важнейших соглашений к ней. Цель настоящей статьи показать, какие проблемы существовали на Каспии, почему не могли более двадцати лет их урегулировать, какие внутренние и внешние факторы препятствовали разрешению проблем, насколько подписанные документы гарантируют безопасное и взаимовыгодное сотрудничество стран на Каспии в дальнейшем.

Частично проблемы Каспия возникли в результате распада СССР, но были и известные исторические причины, о которых следует напомнить.

До распада СССР пользование дарами моря определялось сначала договорами между Ираном и СССР, в основе которых договоры XVIII века. Статус Каспийского моря был закреплен в Рештском договоре Персии и России 1729г. В нем была определена граница России и свобода торговли и судоходства России в Каспийском море и по рекам Аракс и Кура. Гюлистанский договор (1813г.) и Туркманчайский (1828г.) расширили права России на Каспии, она получила право иметь военный флот на Каспии и сохранила права на торговое судоходство. Но главное море по этим договорам было зоной исключительно российских и иранских интересов.

После установления советской власти в России статус Каспия определялся сначала договором РСФСР и Персии (1921г.), потом СССР и Ирана (1935 и 1940гг.). В соответствии с этими договорами Каспийское море рассматривалось как «закрытое» (внутреннее, внутриконтинентальное), и только Россия и Иран имели право им пользоваться. Среди служащих иранского порта Пехлеви (Энзели) не должно было быть граждан иностранных государств. В национальной юрисдикции обеих стран находилась 10-мильная зона моря, а оставшаяся часть стала территорией общего пользования. Формально разграничение территориальных вод Каспия не было закреплено, на практике граница условно проходила по линии Астара (Азербайджан) – Гасан-Кули (Туркмения) [13, с.34].

После распада в 1991г. СССР на Каспии появилось вместо двух пять государств: Азербайджан, Иран, Казахстан, Россия, Туркмения, что требовало либо подтверждения условий прежних договоренностей, либо выработки новых правил пользования богатствами Каспия и обеспечения безопасности в регионе. Это оказалось непросто. Необходимо напомнить, что одновременно с принятием лидерами Белоруссии, Украины и России Заявления о прекращении существования СССР как геополитической реальности и субъекта международного права было принято Соглашение о создании Содружества Независимых Государств. Оба документа были приняты в конце декабря 1991г. в Алма-Ате представителями одиннадцати бывших союзных республик СССР. Содружество Независимых Государств было объявлено международной организацией, был принят Устав, обозначены цели, созданы руководящие органы. До середины 1990-х гг. принимаемые СНГ документы, программы, решения создавали видимость сохранения единого экономического пространства, тесных экономических связей, развития интеграции на новой основе. До 1993г. сохранялась рублевая зона. Планировалось сохранить на некоторое время единые вооруженные силы и единое военно-стратегическое пространство, командование вооруженными силами до решения вопроса о их реформировании было поручено маршалу Е.И. Шапошникову, последнему министру обороны СССР. Создавалась видимость сохранения единства и преодоления трудностей совместными усилиями. Это сдерживало первое время действия руководства стран. Поэтому проблемы Каспия

не сразу себя проявили. На том этапе мало кто задумывался и понимал глобальное историческое значение ликвидации СССР. Возникли не просто новые государства. А начался переход к новому типу государств, с экономической, социально-политической, общественной системой, которая строилась на иных принципах. Возродились капиталистические государства со всеми присущими им положительными и отрицательными сторонами. Государства, основывающиеся на принципе: «выживает сильнейший». Свобода, демократия и рынок без четких международных договоров и механизмов, их реализующих, порождали спорные проблемы. В условиях продолжающегося разрушения экономик, российская политическая элита ориентировалась на Запад, некоторое время не обращала внимания на Каспий, а национальная элита молодых прикаспийских государств, пришедшая к власти, стремилась укрепить суверенитет любыми способами, избавиться от зависимости от России, защитить национальные интересы, используя свои преимущества.

Разногласия прикаспийских государств по вопросам использования Каспия выявились уже в первой половине 1990-х гг. Казахстан, Азербайджан и Туркмения считали, что старые договоры утратили силу, поскольку исчезла страна, их подписавшая. Россия стала преемницей СССР по многим вопросам и по Каспию считала необходимым скорректировать договоры, а пока не будут подписаны новые соглашения, должны действовать советско-иранские договоры. Главным принципом договоров с Ираном было совместное и равноправное владение Каспием, недопущение в регион других государств и военных сил. В новых условиях многое можно было подтвердить, но не все.

Казахстан и Азербайджан поставили вопрос о дележе моря сразу же после распада СССР. На Каспии к этому времени, по оценкам экспертов, были сосредоточены огромные энергетические ресурсы. Исследования дна моря завершились незадолго до распада СССР. Еще не успели глубоко проанализировать. Существовала большая разница в оценке богатств моря. По данным ОПЕК и Мирового энергетического агентства ресурсы нефти в этом регионе оценивались в 23 млрд. т. в том числе ресурсы Азербайджана и Казахстана – 13 млрд. т., России – 8 млрд. т., около 2 млрд. т. – Туркмении и Ирана. [2, с. 19]. Каспийский регион становился крупнейшим в мире по запасам газа. Наибольшие обнаружили в Туркмении еще в советское время. Газ был и в Казахстане, и в Азербайджане. Эксперты считали, что дно Каспийского моря скрывает около 4 % мировых запасов углеводородов [14, с. 34]. Энергетические запасы новых стран Каспия могли помочь им преодолеть экономический кризис после развала СССР. Они стали сразу разрабатывать свои месторождения и привлекать инвесторов из других стран, и правовая неурегулированность либо сдерживала, либо помогала им. На Каспии в то время было сосредоточено 90 % мировых запасов осетровых рыб, доходы от этого промысла могли быть сопоставимы с доходами от продажи нефти [12, с. 20].

Россия, ослабленная после распада СССР, не сразу правильно определила приоритеты во внешней политике, недооценила серьезность проблем в регионе, не могла инвестировать средства. В этих условиях определение правового статуса Каспия, юридического определения географического статуса стало на долгие годы одним из главных вопросов.

Суть вопроса была в том, что в зависимости от того, считать Каспий морем или озером, менялись международные правила его использования государствами. До определения правового статуса Каспия в новых условиях появлялась возможность экономического и военного проникновения туда любых государств и военных блоков.

Конвенция ООН по морскому праву 1982г. относит водоем к «морю» или «озеру» в зависимости от его сообщения с мировым океаном. Выделяет 3 типа морей: открытое – непосредственно сообщающееся с океаном, полузамкнутое – сообщающееся с мировым океаном через другие моря, замкнутое море – сообщающееся с мировым океаном через естественный узкий проход (пролив). Искусственные каналы и реки не являются объектами международного морского права и не превращают внутриконтинентальные водоемы в моря. Каспий в силу этого считался в советско-иранских договорах озером, «внутренним морем». Статус его определяли по договору Россия и Иран. Юридически Каспий не является морем, но если все пять государств решили бы назвать его в своих документах морем, не в условном смысле, а действительном, то тогда на него должна была распространяться Конвенция по морскому праву. Если признать, что это озеро, на Каспий не распространялся бы международный режим разграничения морей, пользование им возможно по согласованию прибрежных государств [13, с. 35]. Это был главный вопрос, о котором не могли договориться сразу, по которому выявились разные точки зрения, изобретались определения. Признание Каспия ни морем, ни озером тоже порождало сложности, так как подразумевало и территориальные воды, и исключительную экономическую зону, и раздел на национальные сектора, о количественных параметрах которых оказалось трудно договориться.

В прежних договорах ряд вопросов не были оговорены, например, правила освоения ресурсов дна моря, экологические нормы, правила прокладки трубопроводов, меры по предотвращению милитаризации Каспия и др. Выработку новых решений осложняли не только разные позиции государств, но и недостаточная изученность ресурсов моря, особенно его дна. Запасы моря большие, но страны географически были изолированы и оторваны от мировых акваторий и зависели от государств, территории которых приходилось использовать для организации энергопотоков и в западном, и в восточном направлениях. Это требовало обеспечения стабильности и безопасности на маршрутах транспортировки. К тому же исторически сложилось, что транспортные коммуникации на тот момент проходили через территорию России, хотя это не исключало в рыночных условиях появления со временем новых транспортных коммуникаций и договоренностей. Например, на долю Туркмении

в бывшем СССР приходилось 2 % запасов нефти, в 1990г. она давала 10,8 % общесоюзного природного газа. Но газ направляла по газопроводу, проходящему по России. В 1997г. Туркмения и Украина договорились о поставке газа в Украину, но газ не пошел, потому что они «забыли» договориться об этом с «Газпромом» России. Страны должны были выработать условия строительства новых транспортных путей, трубопроводов, правил транспортировки продукции по Каспию.

Азербайджан выступал за признание «пограничным или межнациональным озером», предлагал разделить Каспий на национальные сектора путем продления сухопутных государственных границ по перпендикуляру до срединной линии моря. Любая деятельность другого государства вне своего сектора могла осуществляться только с согласия государства-владельца. Все были против предложения Азербайджана, так как ущемлялись права других на судоходство, затруднялись бы двусторонние связи, только Азербайджан сохранил бы связи и границы со всеми государствами. Без контроля соблюдения экологических норм создавалась угроза экологии всех секторов. Статус пограничного озера создавал угрозу милитаризации Каспия. Азербайджан до заключения международного соглашения закрепил прилегающий к нему участок моря и дна, и водного пространства, объявил это в Конституции национальным сектором и активно осваивал.

Туркмения в 1993г. приняла закон «О государственной границе», установила в одностороннем порядке свою государственную границу по ширине 12-мил. зоны. В это время они считали Каспий «закрытым морем». Потом позиция руководства страны менялась. В 1997г. Президент Туркмении С. Ниязов издал постановление №3467 «Об утверждении перечня географических координат точек, определяющих положение исходных линий на туркменском побережье Каспийского моря», в котором признал секторальный раздел дна, а потом они определили водную поверхность (12-мильную – в национальной юрисдикции, 35-мильную – зону экономических интересов, остальное – общая территория для судоходства). У Туркмении были противоречия с Азербайджаном по границам, но удалось избежать военного решения вопросов. Туркмения тоже до определения правового статуса Каспия стала активно разрабатывать свои месторождения, привлекая средства многих иностранных компаний. Они имели 144 нефтегазовых месторождения, в том числе 70 – на Каспии. По запасам газа Туркмения занимала ведущее место среди каспийских государств [2, с. 12-13]. Существует масса планов строительства газопроводов из Туркмении в Пакистан, в Китай, в Западную Европу. Некоторые из них уже реализованы.

Иран в 1995г. выступал за condominium – совместное пользование озером-морем и его продуктами всеми пятью странами, при котором каждое государство получает право на суверенное пользование 20-мильной зоной территориальных вод и на 20-мильную исключительную экономическую зону. Суверенитет государства распространяется на зону территориальных вод, воздушное пространство над ней, ее дно и недра. В исключительной экономической зоне государство имеет суверенное право на разведку, разработку, сохранение минеральных, биологических ресурсов. Другие государства могут пользоваться в этой зоне свободой судоходства и полетов. Внутренняя часть Каспия за 40-мильной зоной – общее достояние всех прикаспийских государств, должна управляться общим органом, который будет выдавать лицензии нефтедобывающим компаниям. Против этого варианта были Азербайджан и Казахстан. В коллективном органе участвовал бы и Иран, а это помешало бы привлечению инвестиций, поскольку США в эти годы продолжали политику изоляции Ирана. Не получив поддержки, Иран предложил равнодолевой раздел на основе принципа – «всем поровну» по 20 % акватории моря и его дна. Иран был против раздела Каспия по «срединной линии». Это предложение тоже не было поддержано. Россия и Иран выступали за принцип общего пользования морем, со временем соглашались на раздел 10-мильной, а потом 50-мильной прибрежной зоны между участниками переговоров, при условии, что центральная часть акватории будет находиться в общем пользовании. К этой позиции склонялась позже и Туркмения.

На позиции стран влиял внешний фактор. До принятия документа о правовом статусе Каспия США открыто объявили район Каспия зоной своих национальных интересов, заведомо преувеличили объемы разведанных запасов, обещали помощь в модернизации, разработке и т.д. После распада СССР США сразу приступили к реализации своих стратегических планов, прикрываясь словами о мире, партнерстве ради мира и т.д. В 1997г. объявили Черноморско-Каспийский регион зоной своих стратегических интересов [14, с. 34]. США и ЕС первыми приступили к политизации энергетических проблем [9, с. 3]. Нефть и газ могли стать наилучшим инструментом для того, чтобы геоэкономически вывести Среднюю Азию и Закавказье на мировые рынки, оторвать их от России и тем самым ликвидировать возможность постсоветской интеграции. США определили и военные задачи. По плану США, утвержденному Президентом Б. Клинтон в октябре 1998г., Азербайджан, Грузия и Армения были включены в зону ответственности Европейского командования США, а с 1999г. Центральная Азия входила в зону ответственности группировки сил специального назначения, подчиняющейся Центральному командованию США [1, с. 15]. Именно в 1997 г. по инициативе и финансовой поддержке США было создано региональное объединение ряда стран на постсоветском пространстве без России – ГУАМ (Грузия, Украина, Азербайджан, Молдавия). Цель – выдвинуть Россию из региона, лишить ее какого-либо влияния, помешать становлению как суверенного государства.

Для решения проблем Каспия в 1996г. была создана рабочая группа из представителей всех прикаспийских государств для разработки Конвенции о правовом статусе. Разрабатывали документы, обсуждали их на своих международных конференциях, саммитах, пытались преодолеть разногласия, выработать приемлемые для всех условия, но одновременно до принятия Конвенции о статусе Каспия все страны стали активно использовать

его ресурсы в своих интересах, привлекая инвестиции для разработки нефтяных и газовых месторождений из США и других стран, нередко игнорируя интересы друг друга, вступая в конфликты.

Были построены новые транспортные маршруты. За эти годы в 1999г. был открыт маршрут транспортировки азербайджанской нефти Баку-Супса (Грузия), «Южный» маршрут – Баку-Тбилиси-Джейхан (основной экспортный трубопровод – ОЭТ), Трубопровод Баку-Новороссийск во время чеченской войны перестал действовать, но «Транснефть» (Россия) построила обходную ветку, и с декабря 2000г. трубопровод вновь начал работать. Каспийский трубопроводный консорциум строил свою систему, с 1999г. связал нефть Казахстана (Тенгизское месторождение) с Новороссийском, строительство завершено в 2001г.

Казахстан в 1993г. предлагал установить государственные границы по ширине 12-мильной зоны территориальных вод, остальную часть моря разделить на секторы, которые стали бы исключительной экономической зоной каждого государства, внешняя граница этой зоны должна была проходить на основе «принципа срединной линии», равноотстоящей от противоположных берегов. В этой зоне все страны должны пользоваться свободой судоходства и полетов, правом прокладывать кабели, трубопроводы, проводить исследования, привлекать средства других стран для разработки ресурсов. Они предлагали делить только морское дно, а водное пространство оставить в общем пользовании. Казахстан к 2007г. занимал 9-е место в мире по разведанным запасам нефти, там было найдено 203 месторождения нефти, газа и газового конденсата, 134 расположены в Прикаспийской впадине (75 % – нефтяные). Казахстан успешно их осваивал. С начала 1990-х гг. привлекал иностранный капитал. Так, в 1992г. был создан Каспийский трубопроводный консорциум (КТК). В 2002г. Россия имела в нем 24 % инвестиционных вложений, Казахстан – 19 %, султанат Омана – 7 % и др. частные компании [7, с. 56]. В начале 2000г. у Казахстана и России, несмотря на общность некоторых позиций и сотрудничество, тоже были противоречия. Казахстан не желал усиления военного присутствия России на Каспии, рассматривал это как средство давления, готов был расширить сотрудничество с Западом, прежде всего – с США. Проблемы России и Казахстана решались дипломатическим путем. В 2002г. они подписали протокол о паритетном участии обоих государств в разработке месторождений. В начале 2000г. 95 % нефти Казахстана прокачивалось через территорию России [7, с. 56]. Хотя были и другие проекты. Каспийская нефть Казахстана успешно осваивалась Китаем. Китай инвестировал средства в добычу нефти в Казахстане с 1997г. С 2003г. Китай купил 25 % акций у «КазМунайГаз» и стал вторым оператором нефтепровода Кенкияк-Атырау, по которому нефть поступает в экспортную трубу на российской территории. В 2004г. Китай приступил к сооружению нефтепровода Атасу-Алашанькоу, который вступил в строй в 2005г. (длина 962км.). Они купили у казахов 33 % акций казахстанской госкомпании «КазМунайГаз».

Россия до 1996г. поддерживала статус «закрытого моря», выступала за общее пользование морем, ее не поддержали. Тогда предложила разграничить дно моря на национальные секторы шириной 45-мил. от срединной линии при общем пользовании акваторией. Дно внутренней части разрабатывать совместными акционерными компаниями. Не согласились. А фактически деление уже началось и проблемы тоже. Тогда Россия заключила в 1998г. Договор с Казахстаном («О разграничении дна северной части Каспийского моря с целью соблюдения суверенного недропользования»). Появились понятия «модифицированная» и «прагматичная» срединная линия. Модифицированная срединная линия определялась на основе двусторонних договоренностей. Прагматичная срединная линия устанавливалась в обход спорного участка в пользу первооткрывателя. Так Россия узаконила присутствие иностранных компаний, что привело к серьезным геополитическим последствиям. Ухудшились отношения с Ираном и Туркменией.

Задержка с подписанием общей конвенции о статусе Каспия заставила соседей договариваться между собой, заключать двусторонние договоры. Так, Россия в 2000г. подписала с Казахстаном Декларацию о сотрудничестве на Каспийском море, в 2001г. – с Азербайджаном. Делили дно по методу модифицированной срединной линии, идущей от сухопутных границ, сопредельными и противолежащими странами, а вода общая [12, с. 22; 7, с. 54]. В этих документах страны выступали за демаркацию национальных секторов пропорционально длине береговой линии каждой из стран. В 2002г. Президенты В.Путин и Г. Алиев подписали соглашение о разграничении сопредельных участков дна Каспийского моря, где особо оговорили, что осуществляют свои суверенные права в отношении минеральных ресурсов и другой хозяйственной деятельности, связанной с недропользованием.

Мешало урегулировать проблемы отсутствие четкой международно-правовой базы по разграничению на Каспии, различия в подходах стран к вопросу о статусе Каспия, зависимость решения вопросов от геополитических и стратегических интересов ведущих стран Запада в этом регионе [4, с. 23]. После распада СССР возникали неоднократно противоречия между Азербайджаном и Туркменией, Азербайджаном и Ираном. При отсутствии общего договора о статусе Каспия и принципах пользования его богатствами Азербайджан, например, в одностороннем порядке разрабатывал уже разведанные запасы, ссылаясь на то, что их геологи разведывали, все это до принятия нового международного соглашения (месторождения, находящиеся на срединной линии месторождения Осман, Хазар, Алтын Асыр). Разногласия с Туркменией были из-за месторождений Осман (Чираг) и Хазар (Азери), с Ираном из-за месторождения Араз-Алов-Шарг. Азербайджан к тому времени привлек к добыче нефти в этом регионе международный консорциум, куда входили американский, итальянский, французский концерны. Возникали противоречия и при охране водных ресурсов пограничниками. К счастью, и Туркмения, и Иран воздержались от силового разрешения вопроса, а Азербайджан продолжил свои работы

на спорных участках, предлагал объявить Каспий демилитаризованной зоной, «морем мира», опираясь на поддержку США. Турция тоже поддержала Баку [4, с. 24-25]. Позиция России с 2000г. стала более конкретной и активной. В 2000-е гг. руководство России стало понимать, что в каспийской политике необходимо учитывать интересы безопасности, военные, экономические интересы государства, а не только российских компаний, которые не всегда совпадали. На заседании Совета безопасности в апреле 2000г. В.В. Путин поставил задачу закрепления позиций российских компаний на Каспии. Концепция внешней политики России 2000г. предусматривала усиление дипломатического влияния России на Каспии. Тогда в правительстве был создан пост специального представителя Президента по вопросам урегулирования статуса Каспия в ранге зам. министра иностранных дел (им стал В. Калюжный).

Проблема безопасности на Каспии обсуждалась на Международной конференции по правовому статусу Каспия в Москве в феврале 2002г., на которой присутствовали официальные представители прикаспийских стран и США. В 2002г. даже появилась «идея газовой ОПЕК», как ее называли тогда. Состоялся блиц-визит в Москву президента Туркмении Сапармурата Ниязова, длившийся семь часов, дал повод Владимиру Путину впервые озвучить на высшем уровне идею газовой ОПЕК. Туркменский лидер заявил, что переговоры экспертов о разделе Каспия зашли в тупик. И чтобы разрубить гордиев узел, за дело должны взяться главы пяти прикаспийских государств [15].

Различия между странами в трактовке правового статуса Каспия сохранялись в течение четверти века. Но постепенно в ходе переговоров удавалось достигать договоренности по многим вопросам. Жизнь заставляла идти на компромиссы. Постоянно работала рабочая группа из заместителей министров пяти стран, встречались главы государств. Иран обращался в ООН с письмом, настаивал на том, что никакое решение по Каспию не может иметь юридическую силу, пока не будет подписано всеми пятью государствами. Иран не признавал двусторонние соглашения стран по Каспию. Туркмения настаивала на временной приостановке разработок нефти на всех участках Каспия до окончательного урегулирования его статуса [7, с. 57, 58].

К 2007г. из постстатейного обсуждения проекта Конвенции о правовом статусе Каспийского моря, подготовленном рабочей группой из представителей всех государств, из 22 статей была согласована половина. Сохранялись спорные проблемы и противоречия между Россией и Казахстаном, Азербайджаном и Туркменией, Азербайджаном и Ираном. Заключенные двусторонние соглашения работали, но оставались нелегитимны, не приблизили к решению вопроса о статусе Каспия. За это время изменились прикаспийские государства, они окрепли, нашли свое место в мире, выстроили свои приоритеты. Появились разные союзники и партнеры, менялись оборонные задачи [1, с. 15]. Прикаспийские государства, возникшие на постсоветском пространстве, сначала все были членами СНГ, это их как-то объединяло. Затем Туркмения осталась в СНГ на правах наблюдателя, объявила о своем нейтральном статусе. Не был разрешен Нагорно-Карабахский конфликт, член которого Армения входила в ДКБ (потом ОДКБ). Все страны поучаствовали в программе НАТО «Партнерство ради мира». Классическая холодная война закончилась, но мир не стал спокойнее, на смену пришли другие виды войн, началась борьба за многополярный мир. Иран прорвал изоляцию, но, оказалось, не надолго. Однако за эти годы государства Каспия накопили опыт сотрудничества, поиска компромиссов.

4 ноября 2003 г. в Тегеране (Иран) была подписана представителями пяти прикаспийских стран – Азербайджанской Республики, Исламской Республики Иран, Республики Казахстан, Российской Федерации и Туркменистана – региональная международная Рамочная Конвенция по защите морской среды Каспийского моря, вступила в силу 12 августа 2006 г. Конвенцией предусматривался ряд мер по предотвращению, снижению и контролю загрязнения Каспийского моря, мер по защите, сохранению, восстановлению и рациональному использованию биологических ресурсов. Конвенция утвердила создание новой структуры — Конференции Договаривающихся Сторон, состоящей из представителей каждого из государств-участников. Секретариатом были подготовлены Протоколы к Конвенции 2003 г. (Протокол по наземным источникам загрязнения, Протокол в отношении готовности и реагирования на крупные разливы нефти, Протокол по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) в трансграничном контексте, Протокол по сохранению биоразнообразия). Сотрудничество в этой сфере продолжалось. 12 августа 2011 года в г. Актау (Казахстан) в рамках Третьей сессии состоялось подписание Протокола о региональной готовности, реагированию и сотрудничеству в случае инцидентов, вызывающих загрязнение нефтью. 12 декабря 2012 года в Москве (Российская Федерация) по итогам 4-й сессии Конференции Сторон Тегеранской конвенции прошло подписание Протокола по защите Каспийского моря от загрязнения из наземных источников и в результате осуществляемой на суше деятельности. Названные документы стали важным шагом на пути принятия Конвенции о правовом статусе Каспийского моря.

Очередное Совещание министров иностранных дел прикаспийских государств состоялось в июле 2016г. Основное внимание участники Совещания уделили Конвенции о правовом статусе Каспийского моря. В сентябре 2014г. на Четвертом каспийском саммите в Астрахани было подписано политическое Заявление, содержащее принципы деятельности сторон на море. Далее предстояло облечь общие подходы в юридическую форму. Был намечен план подготовки следующей встречи лидеров пяти государств в Казахстане, даны соответствующие поручения постоянно действующей пятисторонней Специальной рабочей группе на уровне заместителей министров иностранных дел. В Астрахани было достигнуто общее, основанное на накопленном опыте понимание, что проблема разграничения пределов юрисдикции между прибрежными государствами распадается на два вопроса. Первый – разграничение каспийского дна в целях реализации суверенных прав сторон

на недропользование. По нему договаривались сопредельные и противолежащие государства между собой, т.е. в дву- и трехстороннем формате. Вторая составляющая – это разграничение водной толщи. Предполагалось, что на Каспии в прибрежной зоне появятся воды под суверенитетом сторон и примыкающий к ним морской пояс с эксклюзивными правами на рыболовство. О порядке установления таких зон нужно было договориться в пятистороннем формате. Половина этой работы к 2016г. уже была выполнена: заключены соответствующие соглашения между Россией, Азербайджаном и Казахстаном, а также между Казахстаном и Туркменистаном [16]. Очередное Совещание министров иностранных дел прикаспийских государств состоялось в июле 2016г. Основное внимание участники Совещания уделили Конвенции о правовом статусе Каспийского моря и считали, что ее вполне реально подписать в первой половине 2017 года [17]. Но работа затянулась.

После Астраханского каспийского саммита на время возобновились нефтегазовые споры каспийских держав не без влияния Евросоюза и других стран. Под предлогом ослабления энергетической зависимости от России, ЕС активизировал переговоры с Азербайджаном и Туркменией о транспортировке туркменского газа. Туркмения не сняла свои претензии к Азербайджану о разграничении месторождений. Иран не был согласен с российским предложением относительно дележа Каспия как моря в соответствии с контролируемой тем или иным государством береговой линией. При таком подходе ему доставалось лишь 13 % каспийской акватории. Тегеран настаивал на том, что Каспий является озером. При данном подходе каспийские державы должны были согласиться на получение «равноправной» доли в 20 % каспийского шельфа. Венские соглашения по иранской ядерной программе (2016г.) способствовали внешнеполитической активизации Ирана по периметру границ, в том числе и на Каспии. Были и положительные решения. В то же время Казахстан и Туркмения подписали соглашение о границе, отказались от взаимных территориальных претензий, чему способствует отсутствие спорных месторождений углеводородов [19].

Наконец, в августе 2018г. лидеры пяти прикаспийских государств на Пятом каспийском саммите в г. Актау (Казахстан) подписали Конвенцию о правовом статусе Каспийского моря и еще шесть важнейших документов по различным вопросам взаимодействия государств на Каспии (протоколы о сотрудничестве в области борьбы с терроризмом, о сотрудничестве в области борьбы с организованной преступностью, о сотрудничестве и взаимодействии пограничных ведомств, соглашения между правительствами прикаспийских государств о торгово-экономическом сотрудничестве, о сотрудничестве в области транспорта, о предотвращении инцидентов на Каспийском море). Конвенция декларирует, что только прикаспийские государства обладают суверенными правами в отношении Каспийского моря и его ресурсов и решение вопросов, касающихся Каспийского моря, относится к их исключительной компетенции.

Утверждены критерии, по которым водоем считается «Каспийским морем», ликвидированы разногласия в этом вопросе, определены права и обязательства Сторон в отношении использования Каспийского моря, включая его воды, дно, недра, природные ресурсы и воздушное пространство над морем. Большое значение для обеспечения безопасности региона имеет статья о принципах деятельности Сторон на Каспийском море: уважения суверенитета, территориальной целостности, независимости, суверенного равенства государств, неприменения силы или угрозы силой, взаимного уважения, сотрудничества, невмешательства во внутренние дела друг друга. Особое значение имеет принцип неприсутствия на Каспийском море вооруженных сил, не принадлежащих Сторонам.

Акваторию Каспийского моря Конвенция разграничивает на внутренние воды, территориальные воды, рыболовные зоны и общее водное пространство. Разграничение дна и недр Каспийского моря на секторы осуществляется по договоренности сопредельных и противолежащих государств с учетом общепризнанных принципов и норм международного права. Конвенция регулирует правила судоходства, порядок прохода военных кораблей, правила прокладки трубопроводов по дну моря, обязательства по защите и охране экологической системы. Конвенцией предусмотрен механизм пятисторонних регулярных консультаций высокого уровня под эгидой министерств иностранных дел, которые будут проводиться, как правило, не реже одного раза в год поочередно в одном из прибрежных государств в соответствии с согласованными правилами процедуры. Предусмотрено решение разногласий и споров, связанных с толкованием и применением Конвенции, путем консультаций и переговоров. Конвенция бессрочная [20].

Таким образом, можно считать, что многолетняя работа по определению статуса Каспийского моря, от которого зависели многие спорные проблемы между странами, завершена. Но это не означает, что проблем не будет. Конвенция подлежит ратификации парламентами стран. Нет сомнений, что в настоящее время она будет ратифицирована. Но все прикаспийские государства, формально демократические, демонстрируют чрезвычайно высокую роль лидеров. При смене лидера ни одна из стран не застрахована от изменения политического курса, в том числе и от пересмотра международных договоров. Во-вторых, современный мир характеризуется нестабильностью, динамичностью, нередко игнорированием международного права и попытками использовать экономическое и военное преимущество в узко корыстных националистических интересах. Страны Каспия не застрахованы от давления извне, от попыток разорвать их сотрудничество на основе принятой Конвенции. А это означает, что необходимы постоянные консультации, своевременное и быстрое реагирование на возникающие проблемы структур, которые созданы для этого, что работа завершена, но должна быть продолжена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гушер, А. Острые грани каспийских проблем / А. Гушер // Азия и Африка сегодня. – 2002. – № 11. – С.14-19.
2. Гушер, А. Острые грани каспийских проблем / А. Гушер // Азия и Африка сегодня. – 2002. – №12. – С. 12-19.
3. Гушер, А. Стратегия США в Каспийском регионе / А. Гушер // Азия и Африка сегодня. – 2003. – №5. – С. 16-21
4. Гушер, А. Спор обостряется / А. Гушер // Азия и Африка сегодня. – 2001. – №12. – С. 23-25.
5. Корнеев, М.Н. Анализ Каспийского региона как геополитической конструкции в контексте пограничной безопасности России / М.Н. Корнеев // Социально-гуманитарные знания. – 2016. – №4. – С. 319-326.
6. Конвенция о правовом статусе Каспийского моря [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kremlin.ru/supplement/5328>
7. Мальшева, Д.Б. Российская карта в Каспийском пасьансе / Д.Б. Мальшева // МЭИМО. – 2002. – №7. – С. 53-63.
8. Международная конференция «Каспий: правовые проблемы» 26-27 февраля 2002г. // Международная жизнь. – 2002. – №4. – С. 12-53.
9. Симония, Н. Геоэнергетические интересы России в Центральной Азии / Н. Симония // МЭИМО. – 2007. – 11. – С. 3-12.
10. Салимов, С. Нефтегазовые ресурсы Каспия / С. Салимов // МЭИМО. – 2007. – №10. – С. 42-45.
11. Сокиркин, В.А. Международное морское право. Часть 6. Международное морское экологическое право / В.А. Сокиркин, В.С. Шитарев. – М., Издательство Российского Университета дружбы народов, 2009.
12. Старченков, Г. Как поделить озеро-море / Г. Старченков // Азия и Африка сегодня. – 2001. – №12. – С. 19-22.
13. Федоров, Ю. Каспийская политика России: к консенсусу элит. / Ю. Федоров // Pro et contra. – М., Лето, 1997. – Т. 2. – №3.
14. Файзулаев, Д. Как делить «Каспийский пирог»? / Д. Файзулаев // Азия и Африка сегодня. – 2007. – №2. – С. 34-41.
15. <https://www.vedomosti.ru/newspaper/articles/2002/01/22/putin-ozvuchil-ideyu-gazovoj-opek>
16. <http://izvestia.ru/news/257179#ixzz4EZcquKZEB>
17. http://www.mid.ru/foreign_policy/news/-/asset_publisher/cKNonkJE02Bw/content/id/2350129
18. <http://www.ritmeurasia.org/news--2016-07-14--sammit-liderov-prikaspijskoj-pjaterki-projdet-v-astane-v-2017-godu-24658>
19. <http://www.ritmeurasia.org/news--2015-08-23--kaspiskij-uzel-ne-stanovitsja-slabee-19274>
20. <http://kremlin.ru/supplement/5328>

Материал поступил в редакцию 27.08.18.

CASPIAN SEA IN PAST AND PRESENT: PROBLEMS AND PROSPECTS

V.I. Bystrenko, Doctor of Historical Sciences

Novosibirsk State University of Economics and Management, Russia

Abstract. After dissolution of the Soviet Union of the Caspian Sea there were problems connected with emergence of the new sovereign states and need of development of the international treaty on conditions and the principles of use of the Caspian Sea resources. The settlement of problems has dragged on almost on quarter of the century. In the article the stances of the parties at different stages of negotiation process, a contradiction between them are revealed, attempts to settle outstanding issues by bilateral arrangements are shown, the internal and external factors constraining process of acceptance of the international treaty on the Caspian Sea resources usage by the countries of the coast of the Caspian Sea are shown. The value of Convention and agreements, accepted in August, 2018, prospect of their implementation is proved.

Keywords: Caspian Sea, Convention, Agreements, energy resources, safety, oil, gas.

УДК 94

**ИСПАНИЯ И ИСПАНЦЫ ВО ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЕ
(ПО МАТЕРИАЛАМ РАБОТЫ А.В. ЕЛПАТЬЕВСКОГО «ГОЛУБАЯ ДИВИЗИЯ,
ВОЕННЫЕ И ИНТЕРНИРОВАННЫЕ ИСПАНЦЫ В СССР»)**

А.Н. Варакса, кандидат политических наук, доцент
Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск), Россия

***Аннотация.** В статье представлено резюме на монографию А.В. Елпатьевского об испанской «Голубой дивизии» в России в период Второй мировой войны. Данная работа является первым в России исследованием о судьбе испанских военнопленных и интернированных лиц на территории бывшего СССР. Работа А.В. Елпатьевского будет интересна не только для российского, но и испанского читателя, интересующегося историей Второй мировой войны.*

***Ключевые слова:** Испания, Вторая мировая война, советско-германский фронт, «Голубая дивизия», испанские военнопленные и интернированные лица в СССР.*

В 2015 г. издательством «Алетейя» в Санкт-Петербурге была издана книга Андрея Валерьяновича Елпатьевского: «Голубая дивизия, военные и интернированные испанцы в СССР». Автор – архивист, автор более 150 работ, посвященных наиболее сложным проблемам архивоведения. Как историк занимался изучением испаноязычных источников о Советском Союзе первой половины XX века, опубликовал ряд работ о судьбах испанской эмиграции. Монография об испанской «Голубой дивизии», которая в годы Второй мировой войны находилась на восточном фронте и вместе с немецкими войсками воевала против Советского Союза, – попытка на основе, прежде всего, российских архивных документов рассмотреть судьбу испанских военнопленных и интернированных на территории СССР под новым углом зрения.

Тема «Голубой дивизии» и ее пребывание на территории СССР в годы Великой Отечественной и Второй мировой войны относительно новая и малоизученная в отечественной историографии. Специальных исследований по этой проблематике в СССР не проводилось, имелись лишь отдельные публикации о «Голубой дивизии» из Испании на советско-германском фронте. До выхода исследования А.В. Елпатьевского тема испанских военнопленных и интернированных лиц специально не поднималась. Приоритет в изучении темы «Голубой дивизии» принадлежит испанским историкам. Еще в годы правления генерала Ф. Франко в Испании было издано несколько воспоминаний бывших военнослужащих «Голубой дивизии», носящих апологетический и анти-советский характер. Только в послефранкистский период Испании появились действительно научные исследования на эту тему. К сожалению, авторы этих работ были мало знакомы с российскими архивными документами и материалами, в основном они строят свои исследования на испанских архивных документах, воспоминаниях испанских военнослужащих, которые стремились приукрасить свое участие в войне на стороне гитлеровской Германии. Правда, надо признать, что в некоторых исследованиях все же просматривается попытка более объективно взглянуть на участие Испании и испанцев в войне на стороне Гитлера.

Советский читатель об участии испанцев во Второй мировой и Великой Отечественной войне больше знаком по воспоминаниям испанских антифашистов, воевавших на стороне Красной армии против общего врага гитлеровской Германии. В 1986 году, к очередной годовщине начала Испанской гражданской войны, в нашей стране была издана книга воспоминаний С. Роке, в которой автор собрал уникальные свидетельства об участии испанцев в Великой Отечественной войне (1941-1945). Позднее эта книга была переведена и издана в Испании. В своей книге С. Роке лишь кратко упоминает о «Голубой дивизии», касаясь двух испанцев, перешедших на сторону Красной армии. В 2014 г. в России вышла книга Б.Н. Ковалева «Добровольцы на чужой войне. Очерки истории «Голубой дивизии» стали по существу первой попыткой отечественных исследователей подойти к этой теме. Работа А.В. Елпатьевского «Голубая дивизия, военные и интернированные испанцы в СССР» стала в определенном смысле продолжением разговора на заданную тему, а именно попыткой проследить судьбу испанских военнослужащих из «Голубой дивизии» в советском плену.

Монографию А.В. Елпатьевского условно можно разделить на две части. В первой части своей работы автор, главным образом, по материалам зарубежных исследований и воспоминаниям знакомит читателя с историей «Голубой дивизии», причинами ее появления на советско-германском фронте, повседневной жизнью легионеров. Во второй части своей работы, опираясь на отечественные архивные источники по испанской «Голубой дивизии», автор предпринимает попытку установить количество испанских военнослужащих, оказавшихся в советском плену, установить лагеря, где содержались испанские военнопленные. Наиболее ценным вкладом автора в решение исследовательской проблемы является та часть работы, где рассматриваются непростые судьбы испанских легионеров, оказавшихся в советском плену, а также относительно небольшой группы испанцев, которые оказались в СССР еще до начала Великой Отечественной войны, о судьбе которых практически ничего

не было известно. Это моряки испанского торгового флота, летчики, приехавшие в СССР на учебы, но потерявшие возможность вернуться на родину после падения Испанской республики.

В работе представлены уникальные, не публиковавшиеся ранее документы из отечественных архивов, касающиеся судьбы испанских республиканцев, которые были интернированы до начала Второй мировой войны властями Франции и оказались сначала во французских лагерях для интернированных и перемещенных лиц, а после оккупации Франции немецкими войсками, попали в немецкие концентрационные лагеря, но сумели выжить в них, кто-то всю войну находился на нелегальном положении, скрывая свое прошлое. После разгрома фашистской Германии они попали в поле зрения советских контрразведывательных органов, выявлявших пособников гитлеровского режима. Следует знать, что после вывода в 1943 году «Голубой дивизии» с восточного фронта часть испанских легионеров не пожелала вернуться в Испанию. Из этих добровольцев Ваффен-СС сформировали небольшое подразделение, состоявшее из двух рот: 101-я испанская добровольческая рота и 102-я добровольческая рота. Обе они приняли участие в боях под Красным Бором. Еще меньше известно о том, что отдельные испанские легионеры приняли участие в битве за Берлин на стороне немцев.

Но среди испанцев, оказавшихся волею судьбы на территории Германии и других стран Европы, было немало бывших испанских коммунистов и социалистов, не утративших своих антифашистских убеждений. Судьба этих людей, как показывает автор исследования, сложилась по-разному. Тем испанцам, которые решили переехать на постоянное место жительства в СССР, был оказан радушный прием, но были и те, кто разочаровался за годы вынужденного изгнания в прежних политических убеждениях и хотел вернуться на родину. Излишним будет говорить, что к данному контингенту испанцев у советских властей отношение было настороженное. Не будем забывать, что в испанских тюрьмах вплоть до начала 1960-х годов еще находились испанские республиканцы – участники гражданской войны в Испании. Следует упомянуть, что до 1976 года между СССР и Испанией вообще не было дипломатических отношений, и возвращение желающих вернуться в Испанию, было сопряжено с немалыми трудностями. Однако заметим, что вопреки домыслам, распространявшимся официальной франкистской пропагандой, советское правительство не запрещало и не препятствовало возвращению в Испанию тем испанцам, которые желали вернуться на родину и имели там родственников, решение о возвращении было целиком за ними. К слову сказать, далеко не все из вернувшихся в Испанию в 1950-х-1960-х годах смогли адаптироваться к условиям политического режима в этой стране, а кто-то даже вернулся обратно в Советский Союз. Отметим, что в СССР еще при И. Сталине, об этом как-то замалчивается, делали все возможное, чтобы испанские дети учили испанский язык, знакомились с лучшими достижениями испанской культуры, не теряли духовной связи с исторической родиной, многие из испанских детей получили высшее образование в СССР, стали учеными, врачами, инженерами. Многие из них спустя годы вспоминали с благодарностью время, проведенное в Советском Союзе.

А.В. Елпатьевский в своей работе рассматривает испанцев, оказавшихся в советском плену, в определенной степени как жертв советского режима, что, на наш взгляд, лишено объективных оснований. Испанские военнослужащие «Голубой дивизии», воевавшие на стороне гитлеровской Германии, были военнопленными со всеми вытекающими из этого последствиями, но отнюдь не жертвами советского политического режима. Абсолютное большинство легионеров из «Голубой дивизии» были фалангистами (испанскими фашистами) и убежденными антикоммунистами, поехали воевать на стороне фашистской Германии вполне осознанно. Действительно, положение испанцев в плену хорошим назвать трудно, военнопленные иностранных государств союзников нацистской Германии вынуждены были переносить все тяготы плена, часть из них не смогла дожить до своего освобождения, умерла из-за болезней, которые были нередким явлением среди военнопленных. Но расстрелов и пыток, практиковавшихся в нацистских лагерях для советских военнопленных, в отношении военнопленных испанцев однозначно не применялось. Даже те, кто до конца был настроен антисоветски, не могли привести ни одного подобного факта в своих воспоминаниях, вышедших после возвращения из плена. Это необходимо четко понимать, и ставить на одну доску положение военнопленных в советских и германских лагерях не допустимо. К сожалению, автор представленного исследования акцентирует внимание читателя исключительно на моральных и физических страданиях испанцев в советском плену. При этом будет уместно сказать, что положение испанских военнопленных после окончания войны серьезно улучшилось, об этом автор говорит лишь мимоходом, испанцам позволялось выходить в город, посещать культурно-массовые мероприятия, читать, смотреть фильмы, знакомиться с жизнью в Советском Союзе.

Монография А.В. Елпатьевского будет интересна не только российскому, но наверняка и испанскому читателю, владеющему русским языком, поскольку многие документы, которые использовал автор в работе, не известны в Испании. Мартиролог «Голубой дивизии», составленный автором, включает 160 имен испанцев, не вернувшихся домой из плена. Возможно, он является неокончательным, поскольку несколько человек до сих пор считаются пропавшими без вести на территории СССР. Представленная работа представляет несомненную ценность в плане сохранения памяти о людях, не зависимо от их политических взглядов и убеждений, попавших в бурный водоворот событий испанской и отечественной истории первой половины XX века.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Елпатьевский, А.В. Голубая дивизия, военнопленные и интернированные испанцы в СССР / А.В. Елпатьевский. – СПб, 2015.
2. Ковалев, Б.Н. Добровольцы на чужой войне. Очерки истории Голубой дивизии / Б.Н. Ковалев. – Великий Новгород, 2014.
3. Пожарская, С.П. Тайная дипломатия Мадрида. Внешняя политика Испании в годы Второй мировой войны / С.П. Пожарская. – М., 1971.
4. Роке, С. Испанцы в Великой Отечественной войне / С. Роке. – М., 1986.
5. Ridruejo, D. Los cuaderos de Rusia / D. Ridruejo. – Barselona, 1976.
6. Rodriguez Jimenez J.L. De Heroes e indeseables. La Division Azul / J.L. Rodriguez Jimenez. – Madrid, 2007.

Материал поступил в редакцию 15.08.18.

**SPAIN AND THE SPANIARDS DURING THE SECOND
WORLD WAR (ON THE MATERIAL *BLUE DIVISION, MILITARY AND INTERNED
SPANIARDS IN THE USSR* BY A.V. YEVPATYEVSKIY)**

A.N. Varaksa, Candidate of Political Sciences, Associate Professor
Petrozavodsk State University, Russia

Abstract. *The summary on the monograph “Blue Division, military and interned Spaniards in the USSR” by A.V. Yevpatyevskiy about the Spanish “Blue Division” in Russia during World War II is presented in this article. This work is first research in Russia about the fate of the Spanish prisoners of war and internees in the territory of the former USSR. A.V. Yevpatyevskiy's work will be interesting not only to the Russian, but also Spanish reader, who is interested in history of World War II.*

Keywords: *Spain, World War II, the Soviet-German front, Blue Division, the Spanish prisoners and internees in the USSR.*

UDC 551

IMPACT OF THE MOUNTAIN SLOPES APPROPRIATION ON COVERING DEGREE OF THE PLANT IN THE SOUTH-EAST FROM THE MAJOR CAUCASUS**G.N. Hajiyeva¹, Z.I. Eyyubova²**

Geography Institute named after H.A. Aliyev of ANAS, Azerbaijan

***Abstract.** The article deals with the appropriation condition in mountain geosystems of the south-eastern slope of Major Caucasus. We learn influence appropriation to the plant cover investigated zone in GIS.*

***Keywords:** plant cover, geosystem, mountain, climate.*

The south-east part Major Caucasus border of in the north Head Caucasus mountain range, Atachay, in the west Girdimanchay, in the south and south-eastern with 200 m horizons. The area of the investigation territory about 5976,4 square kilometers. The investigation territory is expanding from west to south-east. The river valleys are more dissected north part of the territory than south part. There are many plateaus here. Some of them are Maisery, Shemaxy, Maraza and another. The highest plateaus is Qizmeydan, this is located in 1300-1400 m form the sea elevation. This territory includes some of places of region Ismayilli, Shemaxy, Axhsy and all territory of Qobustan region.

The south-east part of the Major Caucasus differs from the other mountainous regions for their appropriation features. Some elements of the natural-geographical environment in the zone are convenient for the appropriation, but some elements of the climate and relief create definite problems here. Thus, the climate in here is hotter the relief is splintered more than the north part of the Major Caucasus [3]. Despite the performed historical and ethnographical researches show that on appropriation of the zone coincides with the long historical period. Some scientists who study a history of the investigated zone made notes in their works.

For a long time appropriation of the investigated zone by the various farming areas caused serious change in the natural geosystems. Thus, the zones where a hypsometric height 200-500 m are mainly replaced by agro-complexes, the parts within 500-1500 m turned into life and rest objects together with the arable and pastures, an irregular use from the summer pastures in cattle-breeding in the zones higher than 1500 m was completed by exposing of the soil and plant cover to transformation.

During the research fulfilment, we have investigated an appropriation dynamics of the mountain geosystems in the south-eastern part from the Major Caucasus [3, 9] since 1979. For this purpose, an appropriation state dynamics of this zone by the different farming areas of 1979-2017 yy.in the investigated zone was analyzed and we gave the corresponding scientific recommends about the methods of prevention of the negative cases that will appear here in the future. We used from references, fund materials including in aero-cosmic, multispectral photos (1979-2017 yy. ESRI in GIS ArcMAP, ERDAS "Imagere" IIWIS, ENVI program) for it.

The historical and ethnographical researches performed in the investigated zone show that the population's settlement in here coincided with the middle Bronze ages. The population's settlement tendency is various, but a stable situation involves the periods after 1979. According to our researches a quantity of the dwelling points was 87 (3 cities, 3 settlements, 81 villages) in 1979, (its area 8418 hectares), 42,7 % of thousand populations were settled in the cities, but 57,3 % of them were settled in the villages [5].

From time to time, this number rose 5 % and a quantity of the population was 100 in 2017, but an area rose approximately 19,9 % and it was 10521 hectares, but a population rose 28 % and reached 114 thousand (Diagram 1).

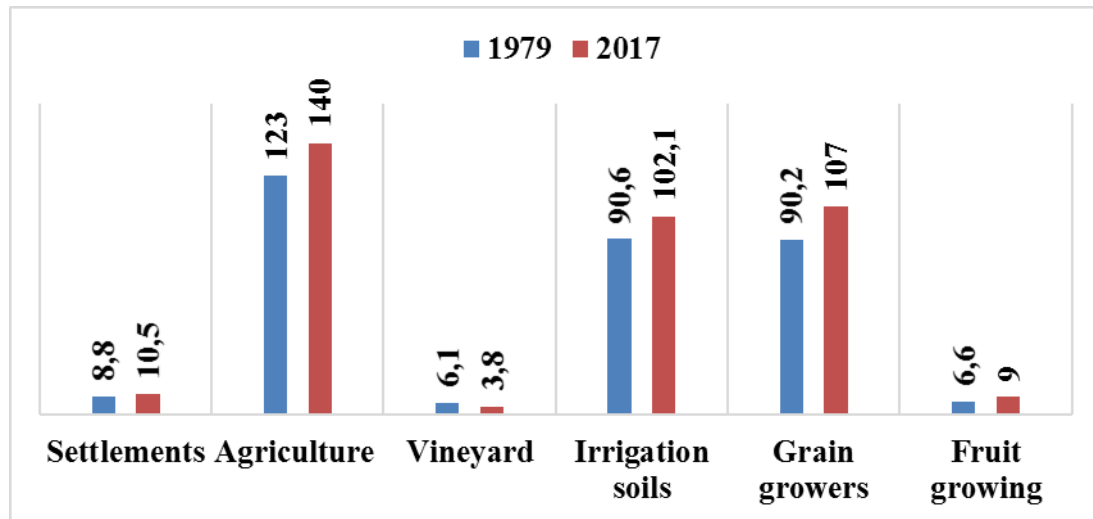


Diagram 1. Appropriation dynamics of the zone by the various farming areas in 1979-2017

As is seen from diagram 1, an increase of the population created a condition for the zone intensive appropriation. If this tendency continues, it will stimulate globalization of some ecological problems including formation of the new ones. The natural geographical condition of the investigation region (many rivers, forests, meadows, fertile soils) stimulated formation of the various farming areas and especially agricultural development since ancient times. The agriculture development involves before our century. As a result of the researches we defined that in the researches zone in agriculture during the urgent period, in comparison with 1979, an arable area increased 13,5 % and became 140 thousand hectares, the irrigation soils increased 12,7 % and became 102,1 thousand hectares, an area of the grain-growers was 107 thousand hectares increasing 18,6 %, the fruit-growing reduced 36,1 % and as 9 thousand hectares, vegetable-growing decreased 25 %, and became 8 hectares, forage plants reduced 98 % and was 0,4 thousand hectares, highlands decreased 96,3 % and was 450 hectares. It is known from our investigations that an intensive caused reduction of the zone soils fit for agriculture, decrease of humus in these soils, substitution of the bogharic agriculture by the irrigative agriculture.

The cattle-breeding that is the second main area of the agriculture provided the human life with the living means beginning from the ancient periods: the first form of the cattle-breeding of which signs were put from Neolith and Mesolith periods was a sedentary cattle-breeding, From time to time a growth of the population number resulted in increase of necessity for domesticated animals, increase of the forage base for the animals, transition to the migratory cattle-breeding besides sedentary one, According to our investigations this involves the periods after 1979. Thus, the neat cattle rose 71,3 % and became 60 000, but a quantity of the small cattle was 644 increasing 48,8 %. Increase of the cattle-breeding number caused an intensive appropriation of the natural forage base in the zone. Thus, though 10-16 hectares of the areas fall normally on 100 neat cattle, but 2-3 hectares of the area falls on small cattle, this index rose very much (Diagram 1).

While we speak about the zone appropriation the transport nets, tourism objects and different farming objects are taken into account. We defined that a total length of the automobile ways in 921 km, 133 km of them falls on the republic's share, but 788 km is for the local important roads [5]. A density of the roads is 0,1 km per km², an area is 9,1 % hectares in the research zone and this forms 0,2 % of the total zone.

According to our investigations, we determined that the investigative zones are -appropriated by the followings: 25,6 % summer pastures, pasture, hayfields, 23,4 % agriculture, 6,2 % forests, 1,8 % settlements area, 12,3 % bushes, 2,9 % various farming objects, 0,2 % roads (Diagram 2).

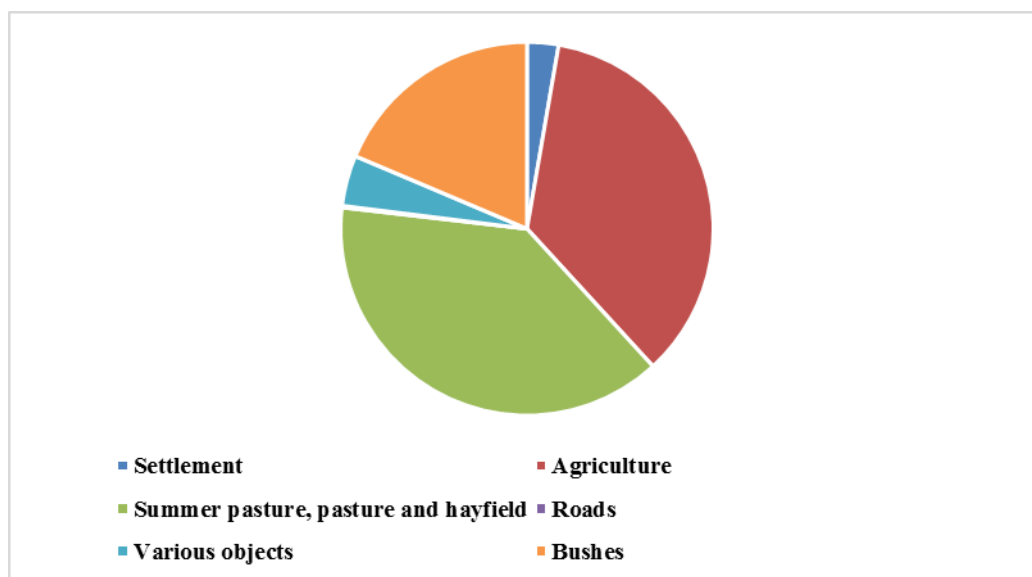


Diagram 2. Degree of the research zone appropriation over the various farming areas (by %)

Appropriation of the mountain geosystems from north-eastern part in the Major Caucasus by the different farming areas influences on covering degree of the plants negatively. We used NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) that is calculated by ARCGIS program applied in an international experiment to investigate this impact. NDVI is usually called a vegetation index in the references it is applied for definition of the quantitative indices in plant cover. It is calculated based on the following formula [10].

$$NDVI = \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)}$$

NIR – length of the near infra waves in the light spectrum

RED – (0,68 – 0,78)

NDVI – plant index value.

According to this formula the plant cover density, NDVI is equal to a ratio of the difference of intensives sum of the near infrared waves length in light spectrum with red regional wave length.

Using of the (ETM + Landsat (4, 5, 8)) coefficient from ARCGIS and multispectral satellite photos we studied a degree of the plant covering in 1987-2017 [10]. As a result of our investigation in connection with the zone appropriation the zones which are weakly covered in 2017 in comparison with 1987 decreased 24 %, an average-1,7 % rose, the zones covered with the dense plant cover reduced 30,4 % (Table 1, Figures 1).

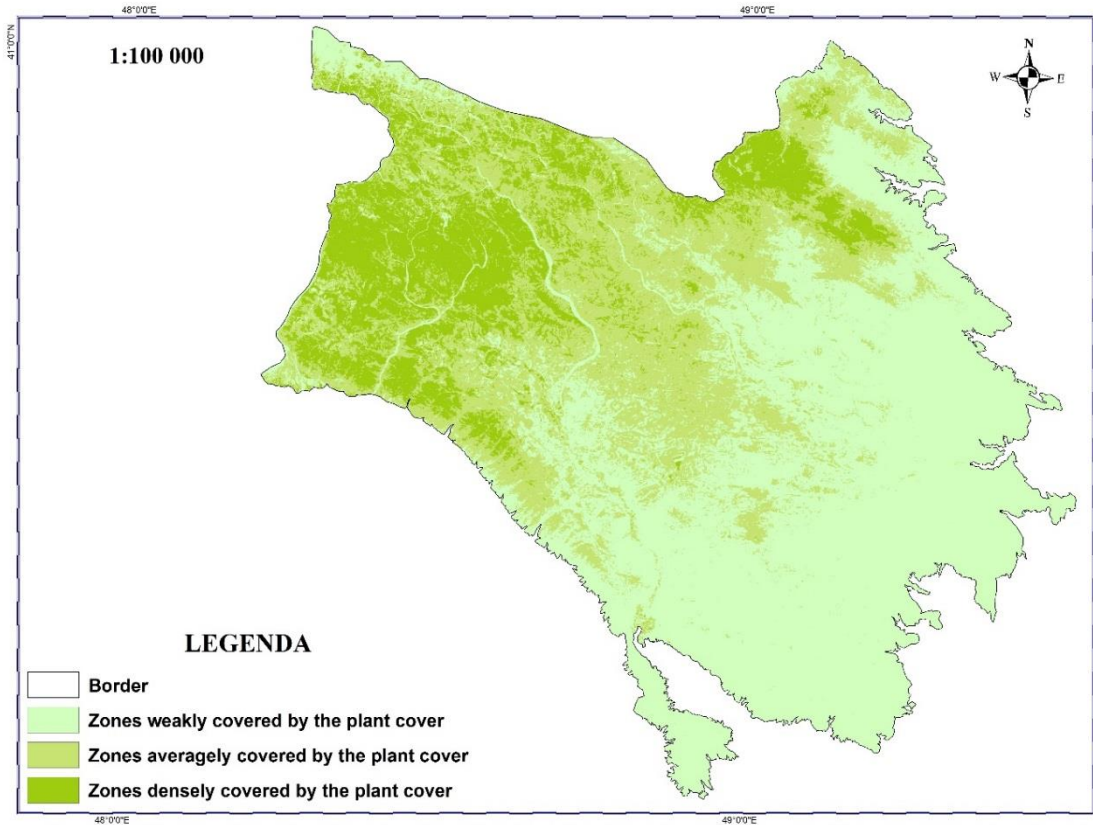


Figure 1. Degree of the plant cover in the mountain geosystems from the south-eastern slope in the Great Caucasus

Table 1

Degree of the plant cover in the zone of 1987-2017

Covering degree of the plant cover	1987	2017
Zones weakly covered by the plant cover	2694	3341
Zones averagely covered by the plant cover	1760	1761.1
Zones densely covered by the plant cover	1139.7	874

As a result of the investigative zone appropriation it is important to keep definite agro-technical orders during the utilization for not getting the highest value of these changes occurring in a covering degree of the plant cover. Forests in which the plant cover is dense must be prevented from cutting with the different aims, shift grazing rules must be obeyed during the utilization from summer pastures, hayfields in cattle-breeding, growing the new forage plants including the other agro-technical rule should be obeyed. If these rules aren't obeyed during the zones use then covering degree with the dense plant will be 50 % after 50 years.

REFERENCES

1. Azerbaijan Soviet Encyclopedia volume III, Baku 1979, p. 98-120.
2. Azerbaijan Soviet Encyclopedia volume VIII, Baku 1984, p 143-150.
3. Asadov, K.S., Mammadov F.M., Sadikhov S.A. "Dendraflora and forests in the north-eastern part of the Great Caucasus". Baku, 2008, 276 p.
4. Census of the population in the Azerbaijan Republic 2009. I vol. ARSK-materials, Baku-2010. 299 p.
5. Geography of the Azerbaijan Republic "Physical geography" Baku "Europe", 2015, 529 p.
6. Geography of the Azerbaijan Republic "Economic, social and political geography" Baku "Europe", 2015, 327 p.
7. Geography of the Azerbaijan Republic "Regional geography" Baku "Europe", 2015, 399 p.
8. Khalilov, M.Y. Anthropogenic alteration and restoration of the plant cover / Constructive geography of the Azerbaijan Republic/ Baku, Elm, 2002, 472 p.
9. Statistic Committee of the Azerbaijan Republic – www.stat.gov.az.
10. Tucker, C. Red and photographic infrared linear combination for monitoring vegetation // Remote sensing of environment// 1979, p. 127-150.
11. www.earthexplorer.gov.

Материал поступил в редакцию 13.08.18.

**ВЛИЯНИЕ ОСВОЕНИЯ ГОРНЫХ СКЛОНОВ НА СТЕПЕНЬ РАСТИТЕЛЬНОГО
ПОКРЫТИЯ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ОТ БОЛЬШОГО КАВКАЗА**

Г.Н. Гаджиева¹, З.И. Эюбова²

Институт географии имени Х.А. Алиева
Национальной академии наук Азербайджана, Азербайджан

Аннотация. В статье речь идёт о состоянии освоения горных геосистем юго-восточного склона Большого Кавказа. Изучается влияние освоения на растительный покров исследуемой зоны в ГИС.

Ключевые слова: растительный покров, геосистема, горы, климат.

УДК 551.350.54:551.345

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ БЕРЕГОВ ВОСТОЧНЫХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ *

С.О. Разумов, доктор географических наук, главный научный сотрудник,
Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН (Якутск), Россия

***Аннотация.** Вариации активности береговых криогенных процессов и формирование морфологических типов берегов (термоабразионный, термоденудационный и др.) восточных арктических морей России в XX и начале XXI вв. обусловлены климатическими изменениями в Арктике. Главную роль в этой связи играет средняя температура воздуха в летне-осеннее время (в сезон оттаивания, с июля по сентябрь). При ее отклонениях от климатической нормы (аномалиях) менее 1 °С термоденудация играет основную роль в формировании берегов. При аномалии температуры воздуха 1 °С и выше динамика берегов существенно активизируется, преобладает процесс термоабразии, в результате которого формируются отвесные клифы.*

***Ключевые слова:** климатические изменения, береговые криогенные процессы, термоабразия, термоденудация, ледовый комплекс.*

Климатическое потепление в Арктике обуславливает возрастание продолжительности относительно теплого времени года, значительное усиление воздействия ветрового волнения на берега, повышению уровня моря и высоты штормовых нагонов. Это приводит к резкой активизации (в некоторых случаях – до катастрофического развития) деструктивных береговых криогенных процессов в арктических морях. Последствия продолжения потепления климатических условий – быстрое преобразование прибрежного ландшафта, выражающееся в изменении поверхности прилегающей суши и катастрофическом разрушении морских берегов.

На побережье восточных арктических морей РФ деструктивные береговые криогенные процессы (в основном, термоабразия и термоденудация) протекают значительно активнее по сравнению с другими арктическими морями. Термоабразия берегов – разрушение их в результате термического и механического воздействия морской воды на подножие льдистых берегов. Термоденудация – оттаивание массивных подземных льдов в обнажениях береговых уступов под воздействием положительной температуры воздуха. Приблизительно 40 % (или около 4 тыс. км) от общей протяженности береговой линии восточных сибирских морей занимают наиболее динамичные береговые уступы, сложенные весьма неустойчивыми к воздействию моря и климатическим колебаниям осадками плейстоценового ледового комплекса и вложенными в них голоценовыми озерно-термокарстовыми осадками. Эти отложения широкомасштабно распространены главным образом на побережье морей Лаптевых и Восточно-Сибирского [5, С. 38].

Ледовый комплекс представлен мощными повторно-жильными льдами, которые в береговых обнажениях прослеживаются от поверхности до подошвы уступа. Ширина ледяных жил изменяется от 3 до 7 м и более. Расстояние между осями жил 8–12 м. Минеральная составляющая представлена тяжелыми и легкими пылеватыми супесями, часто с прослоями легких суглинков, а иногда – пылеватых песков. Содержание сегрегационного льда варьирует обычно от 30 до 70 %, суммарная льдистость – в пределах 40-85 %. Озерно-термокарстовый комплекс сложен преимущественно тяжелыми и в меньшей степени средними и легкими пылеватыми суглинками, прорванными повторно-жильными льдами. Преобладающая ширина верхней части ледяных жил 1–4 м, их мощность достигает 5–8 м. Высота клифов на участках распространения ледового комплекса в основном 10–40, озерно-термокарстовых отложений – 1–12 м.

Различными методами исследовано всего около 4 % общей протяженности береговой линии рассматриваемых морей. Около половины имеющихся в литературе данных получены разовыми измерениями на местности, остальные – методами анализа повторных аэрофотоснимков и инструментальных съемок, а также измерениями на реперных сетях. По наблюдениям с 1930-х гг. по настоящее время, скорости разрушения (отступания) льдистых берегов восточных арктических морей, сложенных осадками с содержанием льда от 30 до 85 %, изменялись в основном от 2 до 14-15 м/год [5, С. 44].

Аналитические исследования и математическое моделирование показывают, что основные факторы термоабразии: продолжительность безледного времени, повторяемость штормовых ветров морских румбов скоростью более 10 м/с, количество многолетних льдов, устойчивость льдистых берегов к воздействиям моря функционально связаны со средней температурой воздуха сезона оттаивания или с ее аномалиями [3, С. 86-88]. Аномалии средней температуры воздуха сезона оттаивания – это отклонения от ее средней величины в базовом интервале 1961-1990 гг., т.е. от климатической нормы, которая изменяется вдоль побережья морей Лаптевых и Восточно-Сибирского от 2,6 до 3,5 °С.

Связь динамики льдистых берегов с тепловым резервом сезона оттаивания и с повторяемостью штормовых ветров морских румбов (p) характеризуются нормированными коэффициентами корреляции 0,74 и 0,75 соответственно.

Скорость разрушения ледистых берегов еще более тесно связана с производением указанных климатических характеристик. Нормированный коэффициент корреляции этой связи составляет около 0,99 [5, С. 39].

Таким образом, одной из основных особенностей динамики берегов восточного сектора Российской Арктики является тесная зависимость интенсивности развития и типов береговых криогенных процессов от средней температуры воздуха сезона оттаивания ввиду относительно высокого содержания льда в береговых осадках (рис. 1).

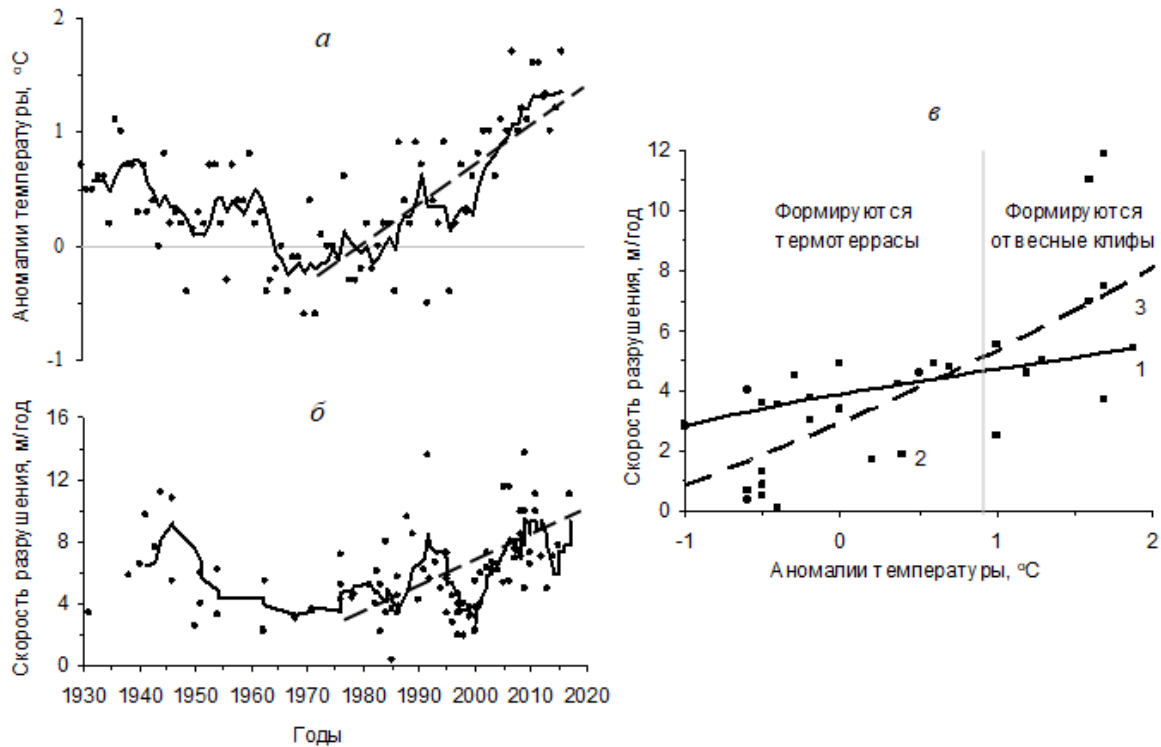


Рис. 1 – Фактические изменения аномалий средней температуры воздуха сезона оттаивания (июль-сентябрь) (а) и темпов разрушения ледистых берегов морей Лаптевых и Восточно-Сибирского (б) по материалам [1, С. 73; 3, С. 83-86; 4, С. 76-77; 5, С. 44; 6]. Сплошная линия – линейная фильтрация по 5-летиям, пунктир – линейный тренд.

Зависимость скорости разрушения ледистых берегов восточных арктических морей РФ и формирования их морфологических типов от аномалий средней температуры воздуха сезона оттаивания (в):
1 – развитие процесса термоденудации по данным [2]. Процесс термоабразии: 2 – измеренные среднееголетние скорости разрушения берегов, 3 – аппроксимирующая кривая.

Совместный анализ функциональных зависимостей скоростей термоабразии и термоденудации берегов от средней температуры воздуха сезона оттаивания показывает (см. рис. 1, в), что при аномалиях температуры ниже 1°C формируются термотеррасы, т.к. в этом случае скорость термоденудации верхней части клифа выше, чем скорость термоабразии нижней его части. При аномалиях температуры около 1°C и выше термотеррасы, сформированные в результате термоденудации верхней части клифов, разрушаются в процессе термоабразии, скорость которой превышает 4 м/год, и формируются отвесные клифы.

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 18-05-60300 Арктика).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев, Г. В. Климатические изменения в Арктике и северной полярной области / Г. В. Алексеев, В. Ф. Радионов, Е. И. Александров и др. // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2010. – № 1 (84). – С. 67–80.
2. Арэ, Ф. Э. Основы прогноза термоабразии берегов / Ф. Э. Арэ. – Новосибирск: Наука, 1985. – 172 с.
3. Григорьев, М. Н. Динамика берегов восточных арктических морей России: основные факторы, закономерности и тенденции / М. Н. Григорьев, С. О. Разумов, В. В. Куницкий, В. Б. Спектор // Криосфера Земли. – 2006. – Т. X. – № 4. – С. 74–94.
4. Разумов, С. О. Береговые криогенные процессы как фактор дестабилизации углекисло-карбонатного равновесия в морях Восточной Сибири / С. О. Разумов, М. Н. Григорьев // Криосфера Земли. – 2011. – Т. XV. – № 4. – С. 75–79.
5. Разумов, С. О. Моделирование динамики берегов морей Лаптевых и Восточно-Сибирского во второй половине голоцена / С. О. Разумов, М. Н. Григорьев // Криосфера Земли. – 2017. – Т. XXI. – № 1. – С. 36–45.
6. Schiermeier, Q. Ice loss shifts Arctic cycles / Q. Schiermeier // Nature. – 2012. – Vol. 489. – P. 185–186.

Материал поступил в редакцию 07.08.18.

**PECULIARITIES OF REACTION OF COAST
IN THE EAST ARCTIC SEAS OF RUSSIA ON CLIMATIC CHANGES**

S.O. Razumov, Doctor of Geographical Sciences, Chief Researcher
Melnikov Permafrost Institute (Yakutsk), Russia

***Abstract.** Variations of activity of coastal cryogenic process and formation of morphological types of coast (thermal abrasion, thermal denudation, etc.) in east Arctic seas of Russia in XX and the beginning of the XXI centuries are caused by climatic changes in the Arctic. In this regard the major role is played by mean air temperature in summer-autumnal time (during a defrosting season, from July to September). At its deviations from climate normal (anomalies) less than 1 °C the thermal denudation plays the main role in coast formation. At air temperature anomaly of 1 °C and above the coast dynamics significantly becomes more active, thermal abrasion process prevails, as a result of which steep cliffs are formed.*

***Keywords:** climatic changes, coastal cryogenic processes, thermal abrasion, thermal denudation, glacial complex.*

Для заметок

Для заметок

Для заметок

Наука и Мир

Ежемесячный научный журнал

№ 9 (61), Том 1, сентябрь / 2018

Адрес редакции:
Россия, 400081, г. Волгоград, ул. Ангарская, 17 «Г», оф. 312.
E-mail: info@scienceph.ru
www.scienceph.ru

Изготовлено в типографии ООО «Сфера»
Адрес типографии:
Россия, 400105, г. Волгоград, ул. Богунская, 8, оф. 528.

Учредитель: ООО Издательство «Научное обозрение»

ISSN 2308-4804

Редакционная коллегия:
Главный редактор: Мусиенко Сергей Александрович
Ответственный редактор: Маноцкова Надежда Васильевна
Лукиенко Леонид Викторович, доктор технических наук
Боровик Виталий Витальевич, кандидат технических наук
Дмитриева Елизавета Игоревна, кандидат филологических наук
Валуев Антон Вадимович, кандидат исторических наук
Кисляков Валерий Александрович, доктор медицинских наук
Рзаева Алия Байрам, кандидат химических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Кондрашихин Андрей Борисович, доктор экономических наук, кандидат технических наук

Подписано в печать 26.09.2018 г. Формат 60x84/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Times New Roman. Заказ № 91. Свободная цена. Тираж 100.