

eISSN 2413-9009



TRAEKTORIÂ NAUKI

International Electronic Scientific Journal

Vol. 4, No 10, 2018

AGRIS

CAB Abstract

CEEOL

CEJSH

Dialnet

DOAJ

East View's Universal Database

EBSCO

FSTA®

Index Copernicus

RePEc

Russian Science Citation Index

CNKI Scholar

Ulrich's Periodical Directory

pathofscience.org

TRAEKTORIÂ NAUKI = PATH OF SCIENCE**Vol. 4 No 10 2018**

Founded in August 2015. Publishing monthly.

Publisher Altezero, s.r.o. & Dialog
1129/6, Wurmova, Košice, 04023, Slovak Republic
Ph.: (421) 905-38-36-97.

Founders: Altezero, s.r.o., 1129/6, Wurmova, Košice, 04023, Slovak Republic
Publishing Center "Dialog", 2 Club Street, Solonitsevka, 62370, Ukraine

The journal is abstracted in the following international databases: AGORA, AGRIS, AiritiLibrary, Baidu Scholar, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), CAB Abstract, Central and Eastern European Online Library (CEEOL), Food Science and Technology Abstracts, Index Copernicus (ICV 2016 = 89.47), Google Scholar, J-Gate, OpenAIRE, Polska Bibliografia Naukowa, ResearchBib, Russian Science Citation Index (IF RSCI 2016 = 0.043), ScienceOpen, The Central European Journal of Social Sciences and Humanities (CEJSH), Türk Eğitim İndeksi, Ulrichsweb Global Serials Directory, WorldCat.

Editor in Chief: Kataev A., PhD (Economics), Ass. Prof.

Editorial Board: Aksenova E., PhD (Techniques), Ass. Prof.
Ananchenko K., PhD (Physical Education and Sport), Ass. Prof.
Bobro N., PhD (Sociology), Ass. Prof.
Bolotnaya O., PhD (Economics), Ass. Prof.
Holoborodko K., Doctor of Science (Language), Prof.
Golubov A., PhD (Law), Ass. Prof.
Zaytseva M., Doctor of Science (Arts), Prof.
Zelenskaya L., Doctor of Science (Education), Prof.
Kolos N., Doctor of Science (Chemistry), Prof.
Komir L., PhD (Economics), Ass. Prof.
Malenko E., Doctor of Science (Language), Prof.
Oberemok S., PhD (Economics), Ass. Prof.
Palchyk O., PhD (Agricultural Science), Ass. Prof.
Panfilova A., Doctor of Science (Pharmacy), Prof.
Podrigalo L., Doctor of Science (Medicine), Prof.
Rogovoy A., PhD (Economics), Ass. Prof.
Skrynkovskyy R., PhD (Economics), Ass. Prof.
Horoshev A., PhD (History), Ass. Prof.
Shatrovskiy A., PhD (Biology), Ass. Prof.

Editorial office 1: 1129/6, Wurmova, Košice, 04023, Slovak Republic
Editorial office 2: 2 Club Street, Solonitsevka, 62370, Ukraine
E-mail: editor@pathofscience.org. Site: <http://pathofscience.org>

The journal is an international open-access, peer-reviewed electronic journal created to fully and promptly meet the information needs of the society in the knowledge gained in the course of research and development, research and design, design and technology and production activities of scientists and experts.

The journal publishes original research papers, review articles and short communications papers in the fields of Social, Technical, Natural sciences and Humanities. The scope of problems of articles is not limited.

Responsibility for facts, quotations, private names, enterprises and organizations titles, geographical locations etc. to be barred by the authors. The editorial office and board do not always share the views and thoughts expressed in the articles published.

TABLE OF CONTENTS

SECTION "TECHNICS"

- Safyanu Bashir Danjuma, Aliyu Mohammed Lawal, Ibrahim Shuaibu Muhammad, Ojonimi Yusuf Usman**
Design Construction and Performance Evaluation of Solar Still for Rural Dwellers 1001
(Language – English)
- Yusuf Mohammed Danlami, Abba Almu, Hassan Mairoh, Mohammed Kabiru Hamza**
Integrating Antenatal and Postnatal Pregnancy Services to Hospital Management System 1009
(Language – English)

SECTION "AGRICULTE"

- Tatiana Boiko, Sergey Nazarenko, Pavel Boiko**
Впровадження засад органічного землеробства при вирощуванні лісових культур в південному степу України 2001
[Implementation of the Principles of Organic Farming in Forest Crops Cultivation in the Southern Steppe of Ukraine]
(Language – Ukrainian)

SECTION "PHYSICS"

- Charles Mogunde, Cliff Orori Mosiori**
Transmittance and Extinction Coefficient of Sea and Well-Water in Mombasa County, Kenya 3001
(Language – English)
- Nicholas Musila, Mathew Munji, Justus Simiyu, Eric Masika, Raphael Nyenge, Miriam Kineene**
Characteristics of TiO₂ Compact Layer prepared for DSSC application 3006
(Language – English)

SECTION "PHILOSOPHY"

- Tetiana Danylova, Valeriya Yudina**
А. Тойнбі та його універсалістське дослідження історії 4001
[A. Toynbee and his Universalist Study of History]
(Language – Ukrainian)

SECTION "LANGUAGES"

Olexiy Borysov

The Dialogical Subgenres of Argument in British and Ukrainian Lexicographical
Presentation: a Comparative Aspect 5001
(*Language – English*)

Design Construction and Performance Evaluation of Solar Still for Rural Dwellers

Safyanu Bashir Danjuma¹, Aliyu Mohammed Lawal¹, Ibrahim Shuaibu Muhammad¹, Ojonimi Yusuf Usman²

¹ *Abubakar Tatari Ali Polytechnic*
P. M. B 0094, Bauchi, Nigeria

² *The Federal Polytechnic Idah*
P. M. B 1037, Idah, Nigeria

DOI: [10.22178/pos.39-1](https://doi.org/10.22178/pos.39-1)

LCC Subject Category:
[TA166-167](#)

Received 01.08.2018
Accepted 15.09.2018
Published online 31.10.2018

Corresponding Author:
Safyanu Bashir Danjuma
bashir.12393@yahoo.com

© 2018 The Authors. This article
is licensed under a [Creative Commons](#)
[Attribution 4.0 License](#) 

Abstract. This paper is aimed at designing, constructing and performance evaluation of a solar still. The solar still is design and constructed with locally source materials for rural dwellers. The still absorber plate is constructed with 2 mm galvanised plate painted black with an area of 2 m² to absorb solar radiation effectively. The side wall and the base is constructed with concrete. Sawdust and felt is used between the retaining wall and base to resist heat transfer from the system to the surrounding vice-versa. The top cover of the still is constructed with transparent glass pane of 4 mm housed in an aluminium frame. The catch basin that collects the condensate is constructed with PVC pipe channel of 50 mm. The performance of the still was evaluated with; Overall yield (sum of daily yield and over-night yield) at a different water depth of (20, 40, 60 mm), (5127 ml/m²/hr, 4558 ml/m²/hr, and 3852 ml/m²/hr). The efficiency of the system at different water depth (20, 40, 60 mm) 51.27 %, 45.58 %, and 38.52 %. The water analysis before and after distillation was certified safe and portable for human consumption.

Keywords: solar still; construction; performance evaluation; design; efficiency.

INTRODUCTION

Water is essential for human survival with the compliment of food and air. Most of the water in the world is contaminated and not safe for human consumption there for; there is a need for water purification [8]. The Earth has an insufficient source of fresh water that is in the liquid state, and most are polluted by harmful bacteria and toxic chemicals [10]. Unfortunately, typical purification systems are easily damaged or compromised by natural disasters or another form of destruction [2]. All this attributed to the problem to make such diseases and toxic chemicals to be prevalent in the brackish water [11]. A solution to these problems is inevitable and need not to overemphasis. The answer is a technology that is not only capable of removing a vast variety of contaminants in just one step but is straightfor-

ward, cost-effective, and environmentally friendly, that is the use of solar energy [1].

Various types of conventional solar still; Greenhouse solar still generally emulates the natural hydrologic cycle to produce the distilled water [9, 7]. Horizontal concentric tube solar still uses the air as the working medium [4]. Cylindrical parabolic type solar still used a parabolic reflector [3].

This paper aims to design, construct and performance evaluation of a solar still for rural dwellers to improve the productivity of the distilled water.

A solar distillation device contains three primary mechanisms: a basin which contained the contaminated water; a glass pane that traps the condensed water, and a catch basin which collect the distilled water [6].

The solar still design is made of a wooden box as the outside cover with a dimension of 2200 mm by 1200 mm at the bottom. The side wall is slanted at an angle of 10.4° with a height of 380 mm at the rear and height of 200 mm at the front of the solar still. The inside of the solar still is made of Galvanised iron sheet shaped to the wooden box with the dimension of 2000 mm by

1000 mm at the base and height of 380 at the rear and 200 mm at the front and painted black to facilitate heat from the solar radiation. The top is covered with a transparent glass, slant to the inclined angle. Saline or brackish water is poured into the still to fill to a predetermined level and then exposed to the solar radiation (Figure 1).

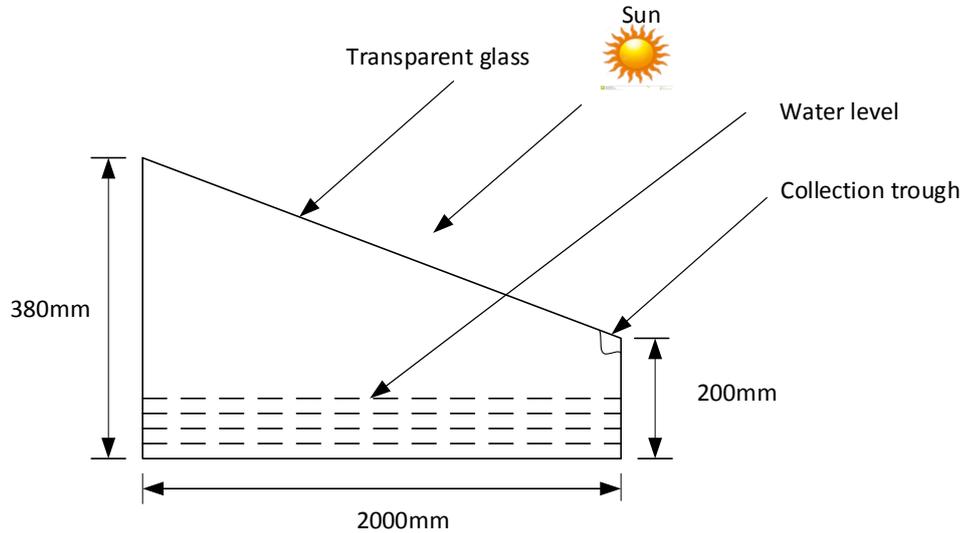


Figure 1 – A typical solar still

The glass cover permits solar radiation to get into the still, which is absorbed predominantly by the black base. Consequently, the water gets heated up and hence there is an increase of hot moist air that occurred between the water surface and the glass bottom level. The bottom also radiates energy in the infrared region which is mainly absorbed by water in the basin. Thus, the glass cover traps the solar energy inside the still. It also reduces the convective heat losses. The glass cover is usually sloped to enable the water vapour which condenses on the interior surface to trickle into a collecting trough/ catch basin.

The solar still pilot plant consists of asymmetrical solar stills arranged in two rows, and each of the rows is made of six solar still, which comprises of a total of twelve solar still. The dimension of 2 m², with an inclination of 10.4° (base on the latitude of Bauchi), the orientation of north to south and the same for the entire twelve solar still.

The still consist of three essential components: (a) Basin made of galvanised iron and painted black, in which the contaminated water is confined;

(b) A transparent glass pane 4 mm thickness which covers the still and vapour condenses from the feed water;

(c) A catch basin, which collected the distilled water into the storage tank (500 L).

Each of the still has an inlet where brackish or contaminated water is feed into the still from the stream via overhead tank (2000 L), and drain where deposited wastewater from the still is flush after prolonged use. And a storage tank (2000 L) were distilled water is pumped from the 500 L tank.

Design and Construction of Different Components of the Solar Still

Design Assumptions. 1. Inclination angle – 10.4°. 2. Orientation – north to south. 3. Ambient and Operating Conditions – same for the entire twelve still. 4. Glass temperature – uniform within the whole glass. 5. No leakage in the still basin.

Design and Construction of Still Basin (Absorber Plate). The component where the contaminated water is placed and absorb solar radiation. The

material most have high absorptivity or very less reflectivity and very less transitivity. These are the criteria's for selecting the basin materials. Some of the materials that can be used are as follows: 1. Leather sheet, 2. Ge silicon, 3. Mild steel plate, 4. RPF (reinforced plastic) 5. G. I. (galvanised iron).

The still basin: galvanised iron sheet (2 mm) was found to be the best material for the design. The galvanised iron sheet is used in the construction and is painted black to effectively absorb solar radiation and convert it to heat and transfer the heat to the water (Figure 2)..

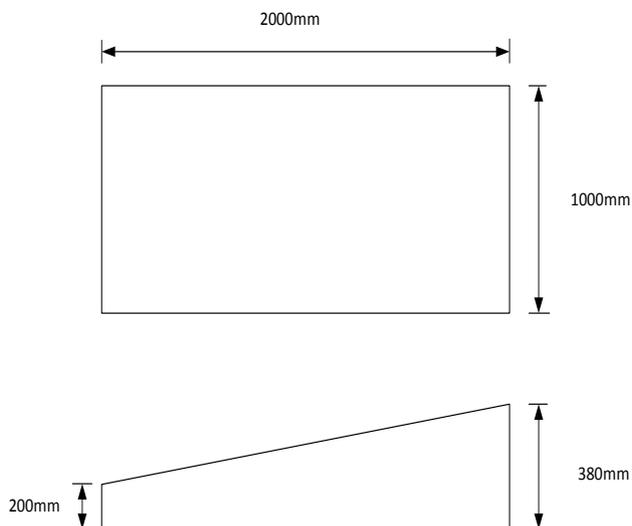


Figure 2 – Still basin: Design and pictorial views of the still basin

Design and Construction of Side Wall (Retaining Wall). The side wall provides support to the solar still and also, prevents heat transfer from the still to the surrounding. The materials that are most suitable for a retaining wall are; wood, Concrete, Thermocol, and RPF (reinforced plastic).

The concrete wall was used in the construction to serve as a retaining wall and to provide rigidity and durability for prolonged use to the still and better insulation; sawdust and felt were used between the retaining wall and base to resist heat transfer from system to surrounding vice-versa (Figure 3).

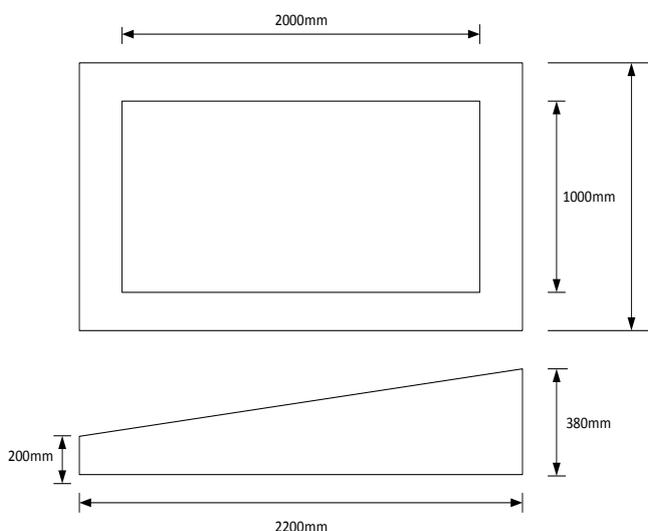
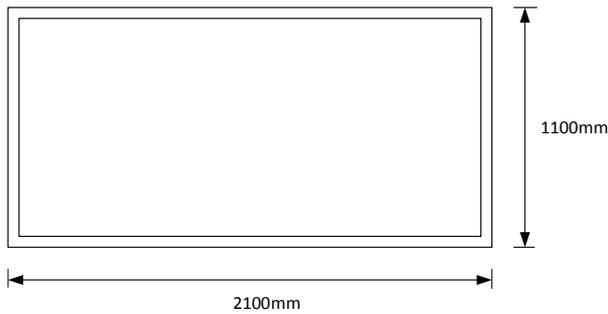


Figure 3 – Design of Retaining wall and pictorial views of the side wall

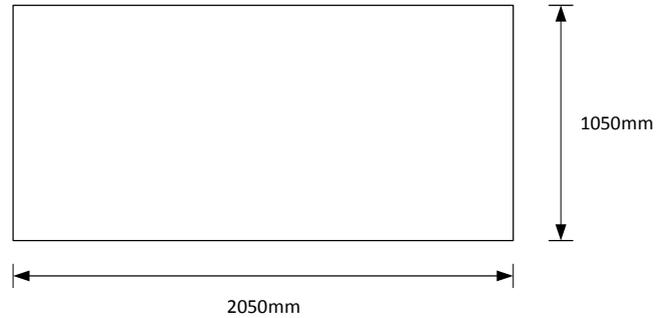
Design and Construction of Glass pane (Top Cover) consideration. The top cover is the transparent glass pane that allows the transmission of solar radiation into the solar still. Also, it is the surface where the condensate is formed. The characteristics of a good top cover are (1) Transparent to solar radiation, (2) Non-absorbent and Non-adsorbent of water, (3) Clean and smooth surface

(4) Transmissivity (5) Durability. Glass and Poly-thene are the suitable materials used.

Glass (4 mm) thick was used as a top cover and aluminium frame border to hold the glass pane firmly onto the still to avoid heat transfer and heat loss (Figure 4).



a) Design of glass frame



b) Transparent glass



c) Pictorial view of the top cover

Figure 4 – Design of glass frame, transparent glass and pictorial view of the top cover

Design of Catch Basin/Channel consideration. The channel or catch basin this is where the condensate is collected from the inclined transparent glass top cover. The materials that can be used

are P.V.C., G.I., and RPF. P.V.C pipe channel (size: 50 mm) was used for the design (Figure 5).

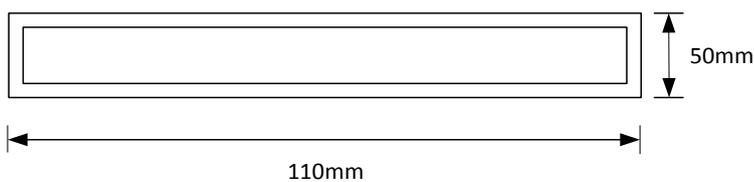


Figure 5 – Channel/Catch basin and pictorial view of the catch basin



Figure 6 – Pictorial view of the constructed solar still

RESULTS AND DISCUSSION

The experiment was conducted from 14/02/2018 to 16/04/2018. Readings were taken from 8.00 am to 6.00 pm daily at an interval of an hour. The water depth was set at 20, 40 and 60 mm for the still and the inclination angle of 10.4° and orientation north to south. The following readings were taken; Solar radiation, Relative Humidity, Wind velocity, Ambient temperature, Glass temperature, Air-gap temperature, Water (inside the still) temperature and Absorber plate temperature. Readings were taken

using the following equipment; solar-meter, Hygrometer, Digital wind vane, Ambient temperature, an Intelligent digital multimeter with a thermocouple (Table 1–3).

Tables 1–3 above depict ambient and still conditions at 20, 40 and 60 mm water depth respectively. Ambient conditions are as follows; relative humidity, wind speed, and ambient temperature.

Still conditions include the following; glass, air-gap, water and absorber plate temperatures respectively.

Table 1 – Ambient and still conditions at Water Depth of 20 mm

Time hr	Humidity, %	Solar radiation, w/m^2	Wind velocity, m/s	Ambient temp., $^\circ C$	Air gap temp., $^\circ C$	Absorber temp., $^\circ C$	Glass temp., $^\circ C$	Water temp., $^\circ C$
8.00 am	39	894	2.80	32	40	40	36	38
9.00 am	29	1013	2.09	34	45	45	42	43
10.00 am	26	1020	2.34	36	52	52	45	54
11.00 am	29	1071	2.87	36	51	51	49	53
12.00 am	28	1076	1.42	37	57	57	53	60
1.00 pm	28	1082	1.27	38	60	59	57	62
2.00 pm	24	980	2.60	39	63	63	60	66
3.00 pm	27	922	2.02	39	62	62	59	64
4.00 pm	30	862	4.16	38	56	56	52	58
5.00 pm	31	150	0.22	35	50	50	48	52
6.00 pm	34	53	1.20	32	46	46	43	50

Table 2 – Ambient and still conditions at Water Depth of 40 mm

Time hr	Humidity, %	Solar radiation, w/m ²	Wind velocity, m/s	Ambient temp., ° C	Air gap temp., ° C	Absorber temp., ° C	Glass temp., ° C	Water temp., ° C
8.00 am	53	149	1.74	30	34	34	32	35
9.00 am	46	653	1.67	34	41	42	38	42
10.00 am	39	810	1.55	35	45	45	43	45
11.00 am	29	963	3.25	36	52	52	49	54
12.00 am	26	1051	2.35	38	55	54	53	59
1.00 pm	29	1051	3.83	37	59	59	56	62
2.00 pm	27	1160	3.76	39	64	63	61	66
3.00 pm	28	1057	4.03	37	62	61	60	64
4.00 pm	28	543	3.04	36	58	58	54	61
5.00 pm	30	347	2.88	36	55	56	50	59
6.00 pm	31	47	3.78	35	50	50	46	53

Table 3 – Ambient and Still conditions at Water Depth of 60 mm

Time hr	Humidity, %	Solar radiation, w/m ²	Wind velocity, m/s	Ambient temp., ° C	Air gap temp., ° C	Absorber temp., ° C	Glass temp., ° C	Water temp., ° C
8.00 am	44	650	2.52	30	38	38	32	34
9.00 am	24	1080	3.05	31	40	40	34	36
10.00 am	19	1464	4.72	34	44	43	38	38
11.00 am	17	1482	3.60	36	48	48	44	50
12.00 am	13	1500	3.02	38	52	52	50	54
1.00 pm	11	1520	2.85	40	56	56	53	59
2.00 pm	16	1300	3.08	41	61	61	59	64
3.00 pm	25	1100	2.96	38	58	58	54	62
4.00 pm	29	845	3.43	37	56	56	53	58
5.00 pm	45	635	3.91	36	53	53	50	55
6.00 pm	51	124	2.81	34	50	50	47	53

The tables after observation show that solar radiation increases with time from sunrise around 8 am to 2 pm and start decreasing from 3 pm to sunset. Consequently, the yield and the performance of still increases with the increase of the solar radiation. The relative humidity decreases with time from 8 am to 2 pm and increases from 3 pm to 6 pm. However, the relative humidity reduces the performance and the yield of the solar still. The ambient temperature is less than the temperature of the still. The absorber plate record high temperature and subsequently, the temperature in still decreases in descending order; water, air-gap and glass temperatures respectively.

The higher temperature of the absorber plate indicates that it directly absorbs the solar radiation as a form of heat energy. The heat energy is transfer to the water. A change of state takes place from liquid to vapour as the water evaporates within the air-gap, as such the temperature

of the air-gap is increased. As vapour makes contact with glass cover, it condenses due to decrease in temperature difference. Condensations take place because the temperature of the air-gap is greater than the glass temperature and the ambient is lower than the glass temperature.

The performance of a still can be evaluated by determining the daily yield of a still and the overnight yield, which sum is the overall or total yield of the still. The total yield is the experimental yield and is compared with the theoretical yield to the determined the efficiency of the still.

Table 4 below depict the average hourly distillate yield. It's obvious that the yield of a still is affected by the water depth. The lower the water depth, the higher the yield, 20 mm water depth yield distillate of (5127 ml/m²/hr) and the higher the water depth, the lower the yield, 60 mm water depth yield distillate of (3852 ml/m²/hr).

Table 4 – Average Overall Hourly Distillate Yield

S/N	Time (hr)	Solar radiation, w/m ²	Yield (ml/m ² /hr), 20 mm depth	Solar radiation, w/m ²	Yield (ml/m ² /hr), 40 mm depth	Solar radiation, w/m ²	Yield (ml/m ² /hr), 60 mm depth
1	8-9	894	15	149	8	650	4
2	9-10	1013	22	653	20	1080	17
3	10-11	1020	88	810	70	1464	65
4	11-12	1071	190	963	174	1482	143
5	12-13	1076	362	1051	264	1500	198
6	13-14	1082	430	1051	389	1520	297
7	14-15	980	560	1160	473	1300	396
8	15-16	922	612	1057	589	1100	476
9	16-17	862	654	543	603	845	521
10	17-18	150	680	347	620	635	512
11	18-19	53	701	47	625	124	522
12	19-7	0	813	0	723	0	701

The efficiency of the still is also affected by water depth, 20 mm water depth, the efficiency of 51.27%, 40 mm water depth efficiency of 45.58 % and 60 mm water depth efficiency of 38.52 %. The efficiency is used to evaluate the performance of the still.

Table 5 below shows the water analysis before and after distillation for both samples A and B.

The presence of bacteria in water analysis of the source water from the stream before distillation in both samples A and B and absent of bacterial in water analysis of water samples A and B after distillation ascertain the performance of the still. The water is certified safe and portable for drinking as all necessary parameters analysed are within the acceptable limit.

Table 5 – Water quality analysis before and after distillation

Parameter	Before distillation		After distillation	
	Sample A	Sample B	Sample A	Sample B
PH	8.2	8.2	7.6	7.6
Turbidity NTU	22	25	1	1
Elect. conductivity	190	210	20	22
TDS (mg/L)	100	120	10	10
Total Hardness	42	43	10	10
Total alkalinity	135	128	1.61	1.60
Total Residual Chlorine	2.5	2.4	0.00	0.00
Total coli form (CFU/100 L)	100	104	0	0
Faecal coli form	150	143	0	0
E. coli	120	124	0	0

The efficiency of a still can be calculated by the following equation [4]:

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Experimental Yield}}{\text{Theoretical Yield}} \times 100. \quad (1)$$

$$\eta = \frac{5127}{10000} \times 100\% = 51.27\% \text{ (20 mm depth)}$$

$$\eta = \frac{4558}{10000} \times 100\% = 45.58\% \text{ (40 mm depth)}$$

$$\eta = \frac{3852}{10000} \times 100\% = 38.52\% \text{ (60 mm depth)}$$

CONCLUSION

Design considerations were used in the selection of suitable material for the construction of the solar still. The plant consists of twelve still ar-

range in two rows of six, with an area of 2 m² for each still attached. The over-head storage tank of 2000 litres capacity for supplying brackish water (contaminated water from the stream), to the still through an input device located at the rear side of each still. And 500 litre of a storage tank for collecting distilled water via the catch basin channel and with an output device for flushing out dirty water out of the still after prolong used located at the front side of each still. Ambient and operating conditions of the plant are assumed the same for the twelve still. Overall yield (sum of daily yield and over-night yield), the efficiency of the system at a different depth (20, 40, 60 mm) 51.27 %, 45.58 % and 38.52 % and water analysis before and after distillation, were all used to

evaluate the performance of the solar still. Ambient and operating conditions of the still was assumed to be the same, this translates that the efficiency and total production of distillate water to be 61.55 litre at 20 mm water depth, 54.72 litre at 40 mm water depth and 46.24 litres at 60 mm.

ACKNOWLEDGEMENT

We will like to sincerely acknowledge and appreciate Abubakar Tatari Ali Polytechnic, Bauchi for providing the fund for the research through the intervention of Institutional Based Research (IBR) of Tertiary Education Trust Fund (TETFUND) of Federal Government of Nigeria.

REFERENCES

1. Abujazar, M. S. S., Fatihah, S., Rakmi, A. R., & Shahrom, M. Z. (2016). The effects of design parameters on productivity performance of a solar still for seawater desalination: A review. *Desalination*, 385, 178–193. doi: [10.1016/j.desal.2016.02.025](https://doi.org/10.1016/j.desal.2016.02.025)
2. Ali Samee, M., Mirza, U. K., Majeed, T., & Ahmad, N. (2007). Design and performance of a simple single basin solar still. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(3), 543–549. doi: [10.1016/j.rser.2005.03.003](https://doi.org/10.1016/j.rser.2005.03.003)
3. Atilhan, S., Linke, P., Wahab, A. A., & Halwagi, M. M. E. (2011). A systems integration approach to the design of regional water desalination and supply networks. *International Journal of Process Systems Engineering*, 1(2), 125. doi: [10.1504/ijpse.2011.038941](https://doi.org/10.1504/ijpse.2011.038941)
4. Buros, O. K., & International Desalination Association. (1990). *The desalting ABCs*. Topsfield: International Desalination Association.
5. Buros, O. K., International Desalination Association (IDA), & Saline Water Conversion Corporation (SWCC). (2000). *The ABCs of desalting*. Denver: International Desalination Association.
6. Joe Patrick Gnanaraj, S., Ramachandran, S., & David Santosh Christopher. (2017). Enhancing the design to optimize the performance of double basin solar still. *Desalination*, 411, 112–123. doi: [10.1016/j.desal.2017.02.011](https://doi.org/10.1016/j.desal.2017.02.011)
7. Kaushal, A., & Varun. (2010). Solar stills: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1), 446–453. doi: [10.1016/j.rser.2009.05.011](https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.05.011)
8. Lal, R. K., Mishra, S., Dwivedi, J. P., & Dwivedi, H. (2017). A Comprehensive Study of the Different Parameters of Solar Still. *Materials Today: Proceedings*, 4(2), 3572–3580. doi: [10.1016/j.matpr.2017.02.249](https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.02.249)
9. Malik, M. A. S., Tiwari, G. N., Kumar, A., Sodha, M. S. (1982). *Solar Distillation*. Oxford: Pergamon Press.
10. Mehta, A., Vyas, A., Nitin, B., & Dharmesh, L. (2011). Design of Solar Distillation System. *International of Advance Science and Technology*, 29(1), 67–74.
11. Sharshir, S. W., Yang, N., Peng, G., & Kabeel, A. E. (2016). Factors affecting solar stills productivity and improvement techniques: A detailed review. *Applied Thermal Engineering*, 100, 267–284. doi: [10.1016/j.applthermaleng.2015.11.041](https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2015.11.041)

Integrating Antenatal and Postnatal Pregnancy Services to Hospital Management System

Yusuf Mohammed Danlami ¹, Abba Almu ¹, Hassan Mairoh ¹, Mohammed Kabiru Hamza ¹

¹ *Usmanu Danfodiyo University*
P. M. B. 2346, Sokoto, Nigeria

DOI: [10.22178/pos.39-3](https://doi.org/10.22178/pos.39-3)

LCC Subject Category:
[TK7885-7895](#)

Received 01.08.2018
Accepted 15.09.2018
Published online 31.10.2018

Corresponding Author:
Mohammed Yusuf Danlami
mohammed.dyusuf@udusok.edu.ng

© 2018 The Authors. This article
is licensed under a [Creative
Commons Attribution 4.0 License](#)



Abstract. Antenatal and postnatal processes and services is a component of Hospital Management Systems that has been given very little attention. Most healthcare institution carries out the antenatal and postnatal processes manually and keeps records of the whole processes on paper. In most cases in most hospital, records kept on paper and files get missing or misplaced leading to the loss of important records of clients which would have been very helpful for future pregnancies and clinical diagnosis. Report generation and statistical figures are difficult to generate with the manual based system. Data errors, security, and privacy are another problems associated with the manual system. In this paper, the antenatal and postnatal services were incorporated into the Hospital Management System of Usmanu Danfodiyo University, Sokoto with a view to reducing the issues and inconsistencies encountered with the manual procedure. Dreamweaver, PHP, CSS, JavaScript, Ajax, HTML and MySQL are the technological tools used to automate the incorporated antenatal and postnatal services in the system. The usefulness of the proposed system was evaluated using the System Usability Scale (SUS) questionnaire and some clinical users. The experimental evaluation shows that the developed system is beneficial to the clinic and the general public based on the result obtained in this study. The results also demonstrated that the developed system can fit into the antenatal and postnatal routine of many hospitals with little or no modification.

Keywords: pregnancy; antenatal services; postnatal services; hospital management; evaluation.

INTRODUCTION

Hospital systems are complex systems built in order to capture, store, organize, process and transmit patient's records and also to ease the various processes and activities within the hospital for the purpose of improving the quality, efficiency and performance of service delivery to the teeming population of patients within and outside the hospital [1]. Hospital Information systems automate the whole hospital processes so as to achieve the above mentioned requirements. These systems have various smaller sub-components (systems) which when integrated together give rise to single large Hospital information systems. These smaller sub-components or systems include: Laboratory information system, Nursing Information System, Patient Record Information System, Pharmacy Information System and lots more [1]. These sub-systems if properly implemented will definitely lead to im-

prove performance, quality and efficiency of the whole hospital operations and service delivery and satisfaction to patients.

The main purpose of any healthcare institution is to save lives by treating patients from various illnesses. These sub-components mentioned above of any hospital system work hand in hand with each other to ensure patients safety and health condition. A normal or basic hospital routine on the treatment of patients is for patients to see a doctor after booking an appointment, patient diagnosis by a doctor, doctor gives prescription to patient, doctor sends a patient to either pharmacy to get prescribed drugs or to the lab for tests, doctor can also admit patient and lots more. All these processes when carefully observed form the various sub-components of a hospital management system mentioned earlier. A clinical routine or component of a hospital management system often neglected and not

been automated or integrated into most existing systems is the antenatal and postnatal care services for pregnant women. Antenatal care services are rendered to a pregnant woman throughout the pregnancy period until the day she gives birth [6]. This service is to ensure that the mother and the baby are in good condition, so as to ensure safe delivery of both mother and fetus. Postnatal service is rendered to a woman who has delivered successfully [3]. This service is to ensure the healthy growth of the baby from the time he/she is delivered to when he/she is about a year old. This is also to protect the baby from diseases that may hinder the healthy growth of the baby.

In this work, the antenatal and postnatal care services are automated and integrated within the normal hospital patient to doctor processes in order to provide a lot of benefits to the patients. The automation will help in the generation of reports to monitor the quality of care, efficiency, and effectiveness of pregnancy care. The reports that could be generated are: maternal or infant mortality, mortality rates, number of successful deliveries, women expected to deliver at a given month, a monthly rate of the antenatal and postnatal visit which will determine value it has to the community and a lot more of other reports not listed. Lecture given to pregnant women during the antenatal visit is automated as tutorials on web pages to educate women about pregnancy safety tips. This will benefit not only the registered pregnant women but also the community at large as anyone with access to the portal will benefit since it is online.

RELATED WORKS

Authors [4] developed a Mobile Phone Based Antenatal Care Support System (MPACSS) for pregnant women by considering the fact that mobile phones usage and access has globally exploded. The system is built based on an artificial intelligent tool-expert system that provides accurate decision-making process. The system Graphical User Interface (GUI) allows the patient to access the application using a mobile phone to get the lists of symptoms which the patients clicks or selects at a time. However, the system doesn't automate antenatally and postnatal routines, clinical test, report generation, and export. Also, the system is a native mobile application which is expensive to implement by other healthcare clin-

ics and might not work on some categories of mobile phones.

Researches [2] proposed a decision support system IASHA to empower the Accredited Social Health Activist (ASHA) and Auxiliary Nurse Midwife (ANM) workers to provide efficient and transparent maternal healthcare services to pregnant women. ASHA are female health activist in every village who are selected by the village and accountable to it. ANM are female health workers in rural health sub-center responsible for registration and care for pregnant women in the community. Both ASHA and ANM workers will be provided with low cost android phones with IASHA application installed on it. IASHA is an intelligent healthcare system built to automate the workflow of ASHA and ANM workers. The IASHA application can be used to register pregnant women details, medical details, determine Expected Date of Delivery (EDD) of pregnant women, record vaccination records, lab tests etc. Immunization details (i.e. postnatal care) of a newborn child can also be recorded on IASHA. The IASHA application can also be used for accessing various patient conditions, questions and suggestions to diseases selected, generate reports and also determine if a pregnant woman can have a normal delivery based on symptoms on available records. This indicates that the IASHA application is been used for monitoring antenatal visits of a pregnant woman and also postnatal care for the newborn baby. However IASHA is only accessible to ASHA and ANM workers, training module 6 and 7 are only available to ASAH and ANM workers, patients can't use the IASHA application for access to lectures on pregnant care, review their records and health status, reports not provided in a suitable format for export, printing of report is not expected on mobile phone except if a network printer is available. Also mobile applications are very expensive and difficult to maintain and adopt by other healthcare institution and works best if an existing application is available where the mobile app is an upgrade or supplementary addition to the existing application to support the healthcare process.

Author [5] proposed a mobile health system (m-health) for pregnant women so as to overcome the weakness of the current Bangladeshi pregnancy monitoring system. The proposed system is a mobile-based as well as a web-based system. The aim of the proposed system is to provide access to healthcare services online, reduce mater-

nal and infant mortality, improve on the existing system by incorporating email and SMS messages, enable local registration of pregnant women and improve effectiveness and ease of use. A pregnant woman registers on the system for antenatal and postnatal services by herself or by the health workers for these women who are not capable of registering themselves. Registration for a pregnant woman is valid until the age of the newborn is one year (i.e. after postnatal care services). Physical examination of pregnant women by doctors and nurses during registration and antenatal care is captured by the system. The m-health system has several modules accessible by doctors, nurses, patients, administrators, and others. Examples of some of the modules are: patient registration modules, doctor's module (where a doctor sees appointment from patients, gives suggestions to patients, book appointment with patients in case of complications etc), Laboratory module (where lab test can be performed on pregnant women and test results saved in a database) etc. The system is designed to archive pregnant women information when their registration becomes invalid or expires. However, the system is not completely a native mobile health system but a web system. Web application systems are accessible to mobile devices through the use of a web browser. Building a native mobile application for an antenatal and postnatal system is very expensive. Reports module is not considered fully by the system which indicates that export of such available reports in a suitable format is not taken into consideration for patients that can be referred to other healthcare due to complications, migration or travel.

Authors [7] proposed an Online Antenatal Consultation System (OACS) using Unified Modeling Language (UML) web engineering approach so as to reduce the rate of infant and maternal mortality in rural areas of Nigeria. The system is aimed at providing quality antenatal support to pregnant women in rural areas of Nigeria. It is accessible to pregnant women, doctors, nurses through the use of the following devices: PC, Desktop, Laptop, Palmtop, and mobile devices such as smartphones, tablets, and Android gadgets. The OACS Administrators manages the use and operation of the system by generating pins, reports of pins, users etc. these pins are required during by users during registration and login to the system. A patient can register herself or by the help of the staff nurses for those patients who can't register by themselves. A patient can have

full access to her profile where she can book for an appointment with a doctor nurse, lay complaints, receives results and prescriptions online from a doctor or nurse. Doctors and nurses also must be registered on the system using pins generated and issued by the administrator. A doctor can view patients complains, offer prescription, give advice to patients, sends messages etc. Nurses can view appointments from patients and assigns an appointment with a doctor. The OCAS has a lot of weakness as it is only designed to provide support to pregnant women in rural areas who cannot have access to a primary health-care facility due to the long distance. Women who do not have mobile phones or other devices to access the system cannot benefit from the system. Antenatal routine checkup, clinical test and physical evaluation by a doctor are not captured by the system. Therefore few reports can be generated whereby those relevant reports that can enhance decision making might not be captured or generated as reports. Reports generated cannot be exported into a suitable format for use. However, the security of the system is considered as a user must first register using secure pins generated by the Administrator and must log in after registration using a password before having access to the system.

MATERIALS AND METHODS

The Hospital Antenatal and Post Natal system is developed using build methodology. This will require the use of software development lifecycle tools such as requirement analysis, system design, implementation, testing, and deployment. The requirement analysis is conducted using the interview method of data collection. In the cause of the interview, a voice recorder was used to also capture voice discussions to ensure that all necessary details are not left out.

The system has been an online web application is implemented using tools and technologies such as Dreamweaver, WAMP Server, PHP, CSS, JavaScript, Ajax, HTML and MYSQL Database. The Dreamweaver is a text editor that enables the writing of codes for the system. It is a good tool used for writing codes with a lot of functionalities that make web programming easy. The WAMP Server is a bundle of servers for windows operating system. Other versions of WAMP Servers for other operating systems are the LAMP (Linux OS), MAMP (MAC OS) and XAMP (windows and Linux OS). MYSQL Database is used to store re-

cords of client’s antenatal visits, postnatal and vaccination of infants, login credentials and any other relevant data. The use of MYSQL Database makes the system to be built a dynamic web application. The PHP script is used for writing scripts to interact with our MYSQL Database. These interactions could be establishing connections to the database, retrieving or inserting records to the database and modifying or deleting records from the database. PHP is used to perform other functions and operations such as mathematical computation, export of records to files, getting date and time etc. HTML is used to structure content on the web page. That is placing of contents at various positions on the web page for display. HTML is used in designing forms which will capture data into our database or be used for login verification on the system. CSS is used to make the system more attractive and beautiful by adding colors, modifying contents (e.g. font style, font family, background color etc.) and make HTML elements move from one position to the other etc. Ajax and JavaScript

are used to make the system more interactive and user-friendly. They can also be used for HTML form validations.

SYSTEM ARCHITECTURE

The system comprises of the following components to function effectively. These components are user authentication, access control, HMS ANC modules, ANC tutorial/e-resources modules, and a database component. The users of the system are the clients, clinic staff, nurses, doctors, the community and an administrator. All users of the system can access the lectures and e-resources modules without authentication as its free and open for everybody. Access to other modules requires authentication of the user and the right access to each module is controlled by the access control component of the system. No user can access the database component of the system directly except the system administrator (Figures 1, 2).

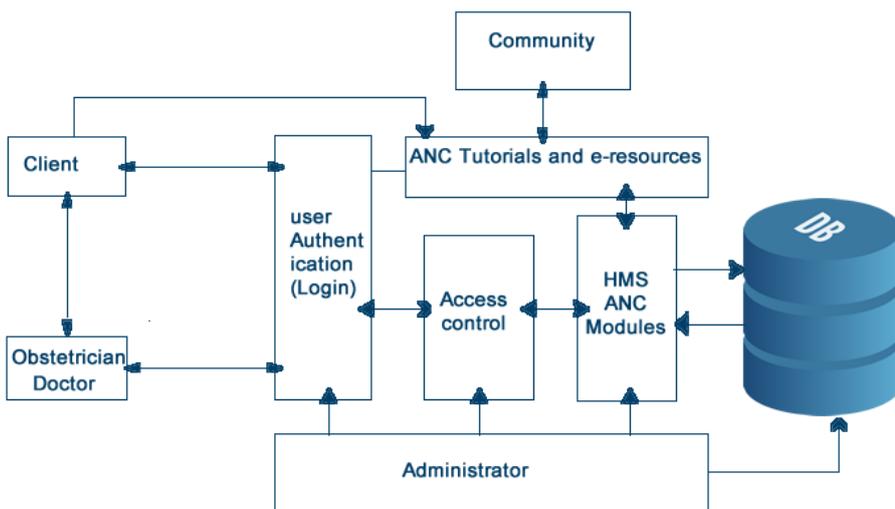


Figure 1 – System Architecture

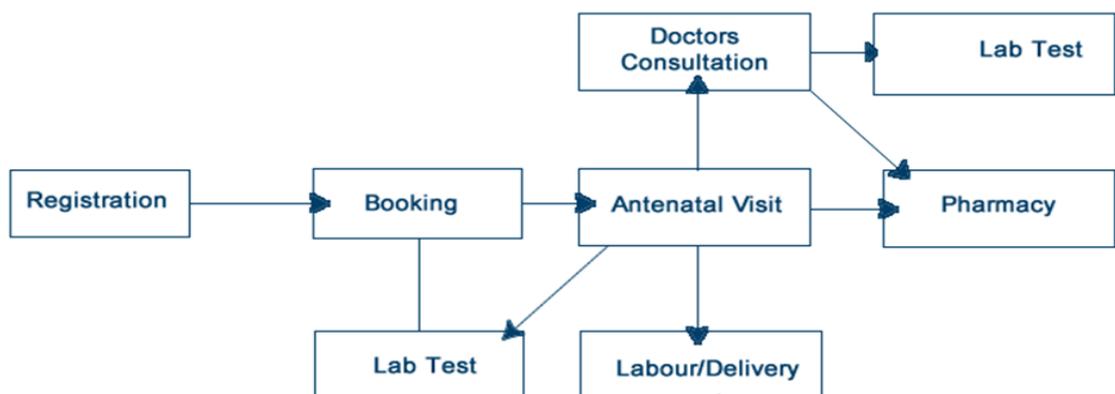


Figure 2 – Process Flow of the Application

SYSTEM INTERFACES

The Antenatal and Postnatal system consists of different interface for different processes of antenatal and postnatal procedure of Usmanu Danfodiyo University clinic. The interfaces are

Homepages, About us, Contact us, Registration, E-resources/lecture, Antenatal booking, Antenatal service, Lab test, Vaccination, Labor/Delivery, Referral, and Reports page (Figures 3, 4).

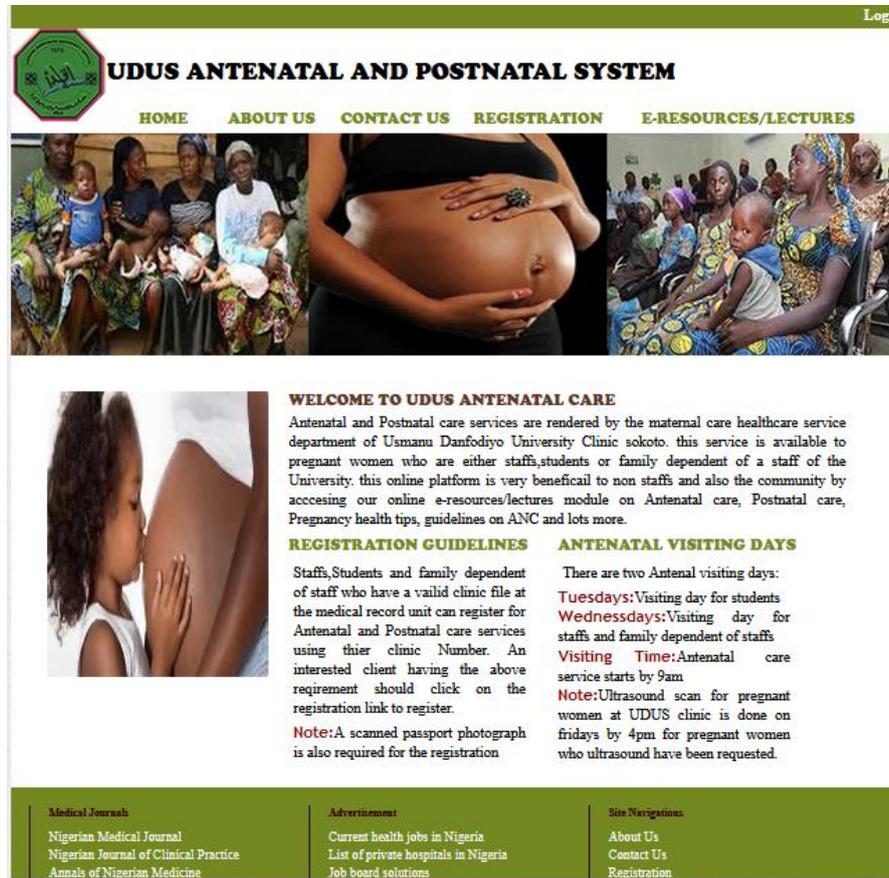


Figure 3 – Home Page

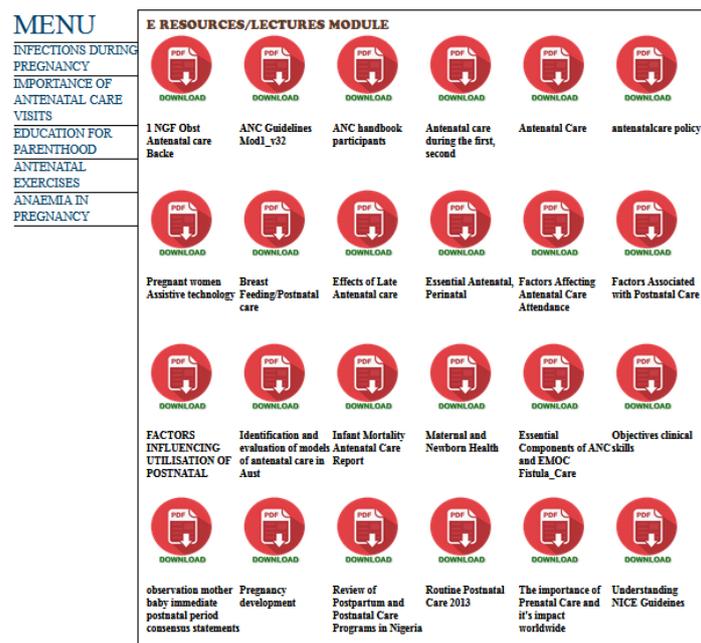


Figure 4 – E-resources

SYSTEM EVALUATION

The integration of the antenatal and postnatal pregnancy services to the Hospital Management System is done. Then the acceptance and usefulness of the system to the target users are been evaluated based on the interaction with the system and the relevance of the services provided. This evaluation is done using some sample participants from the three selected hospitals/clinics within Sokoto metropolis.

RESULTS AND DISCUSSION

The proposed system is evaluated experimentally by collecting responses or feedback from the participants used in the study. This is achieved by analyzing the 22 SUS questionnaires filled and returned by the participants in the selected domains as the evaluation results. Eleven of the filled questionnaire was from Usmanu Danfodiyo University clinic, Ten from ANNISAH CLINIC and a consultant from specialist Hospital, Sokoto. The chart in Figure 5 shows the summary of the overall SUS assessment score given by the participants to the system developed.

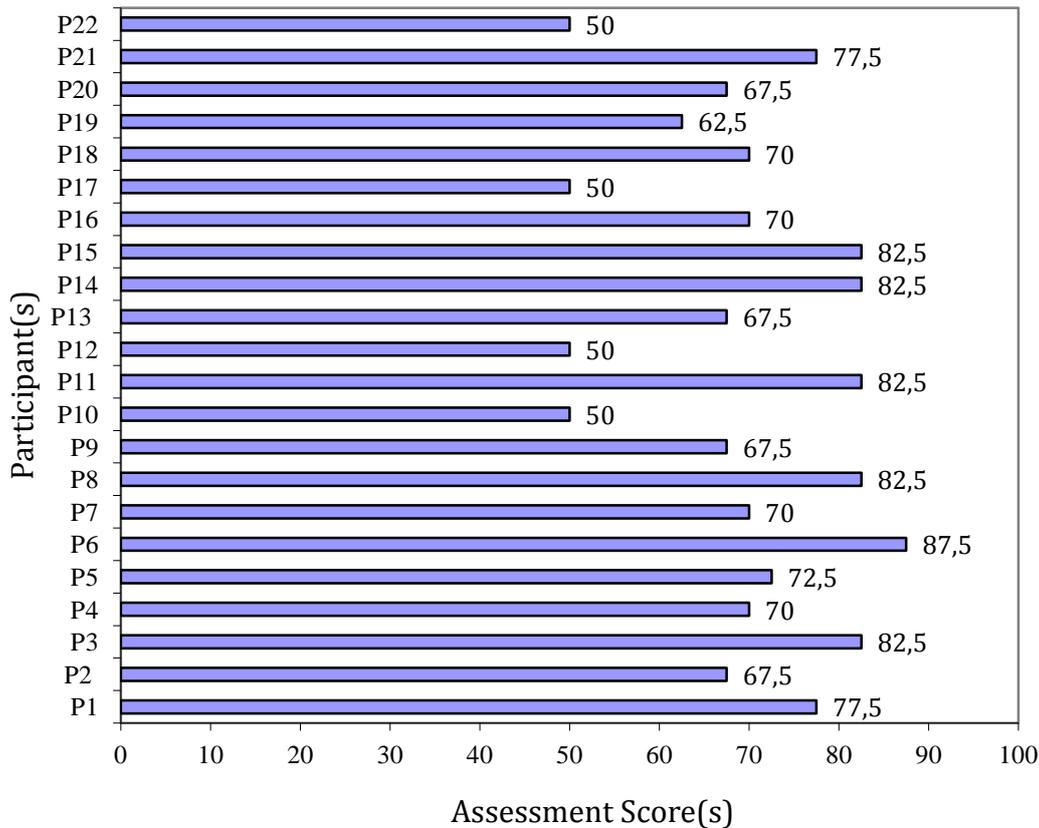


Figure 5 – Bar Chart Showing Assessment Scores of the Corresponding Participants

It is now clear from the above results obtained with SUS score an average of 70 that the target audiences are satisfied and impressed with the performance and improvement of the new system. The results show that the switch from the existing system to new system will go smoothly and the system won't be rejected by the target audience but will be embraced based on the results obtained in this study.

CONCLUSION

The antenatal and postnatal system is developed for the Usmanu Danfodiyo University Clinic. The developed system was tested and the results indicated that the new antenatal and postnatal system will be very helpful and useful to UDUS clinic and other clinics like specialist and ANNISAH. The new system can be used in any clinic or hospital to manage antenatal and postnatal care services efficiently. The system will greatly reduce data inconsistency and errors made with the

manual system. Records in the existing system are been kept and stored in files in the existing system. In many cases, files of clients often get missing or lost which means that the client's records have been lost. The users of the system expressed their opinion and belief that if the new system is used effectively, the loss of files or records will no longer be an issue.

As a future work, the UDUS antennal system can be improved by building a central Antenatal and postnatal system for the state where several hospitals and clinics can plug-in and use instead

of having an independent and decentralized implementation by individual hospitals and clinics. This will enable the government to have a general report and statistics of antenatal and postnatal services in the state. Hospitals and clinics can share data, clients records etc. The new system only stores referral records of clients. The referred hospital can't log in to the system to view referrals, take necessary actions and submit results back to the primary health clinic. With the centralized system, clinics will be able to view and act on referrals.

REFERENCES

1. Ismail, N. I., Abdullah, N. H., & Shamsuddin, A. (2015). Adoption of Hospital Information System (HIS) in Malaysian Public Hospitals. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 172, 336–343. doi: [10.1016/j.sbspro.2015.01.373](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.373)
2. Mukherjee, C., Gupta, K., & Nallusamy, R. (2012). A System to Provide Primary Maternity Healthcare Services in Developing Countries. *2012 Annual SRII Global Conference*. doi: [10.1109/srii.2012.34](https://doi.org/10.1109/srii.2012.34)
3. Niche. (2015, February). *Postnatal care up to 8 weeks after birth*. Retrieved from <https://www.nice.org.uk/guidance/cg37>
4. Onashoga, S. A., Sodiya, A. S., Omilani, T. O., & Ajisegiri, H. O. (2011). A Mobile Phone-Based Antenatal Care Support System. *2011 21st International Conference on Systems Engineering*. doi: [10.1109/icseng.2011.81](https://doi.org/10.1109/icseng.2011.81)
5. Parvin, S. (2015). An Effective m-Health System for Antenatal and Postnatal Care in Rural Areas of Bangladesh. *IOSR Journal of Computer Engineering*, 17(5), 15–19.
6. Shaikh, F. (2014). *Antenatal Care*. Retrieved September 1, 2018, from <https://vdocuments.mx/antenatal-care-dr-fouzia-shaikh-associate-professor-lumhs.html>
7. Souley, B., Usman, A., Abdulhamid, M., Zakariyau, B., & Lookman, B. (2016). Mobile Devices Enable Antenatal Care in Remote Areas of Nigeria. *British Journal of Mathematics & Computer Science*, 15(5), 1–23. doi: [10.9734/bjmcs/2016/28418](https://doi.org/10.9734/bjmcs/2016/28418)

Впровадження засад органічного землеробства при вирощуванні лісових культур в південному степу України

Implementation of the Principles of Organic Farming in Forest Crops Cultivation in the Southern Steppe of Ukraine

Тетяна Бойко¹, Сергій Назаренко¹, Павло Бойко¹

Tatiana Boiko, Sergey Nazarenko, Pavel Boiko

¹ Kherson State Agricultural University

23 Stritenska Street, Kherson, 73006, Ukraine

DOI: 10.22178/pos.39-2

LCC Subject Category:
QK900-989

Received 28.08.2018
Accepted 28.09.2018
Published online 31.10.2018

Corresponding Author:
Tatiana Boiko
t-boiko2015@ukr.net

© 2018 The Authors. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License



Анотація. Проблема розробки лісівничих та природоохоронних засад вирощування *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe за допомогою синтетичних хімічних речовин, ставить необхідність одночасного вирішення двох завдань: з одного боку оптимізація та підвищення ефективності застосовуваних речовин, які при малих економічних витратах різко підвищують ефективність штучного лісовирощування та продуктивність лісів, з іншого – така господарська діяльність не повинна порушувати балансу у навколишньому середовищі. Потрібна точна оцінка взаємин і взаємозв'язку цих двох сторін однієї проблеми.

Останнім часом зростає тенденція до використання препаратів, отриманих з природних джерел, зокрема з рослинної сировини. Вивчення механізмів самозахисту рослин в природі призвело до розробки нових природних екологічно безпечних біостимуляторів та адаптогенів. Однак рекомендовані вони, в основному, для використання в сільському господарстві. Вплив їх на деревні породи практично не досліджений.

У статті досліджений вплив на ріст і розвиток саджанців *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, її приживлюваність за умов застосування органічного добрива «Біо-гель» на зрубках Олешківських пісків Херсонської області.

Результати дослідів, проведених протягом 2016-2017 років, показали ефективність впливу «Біо-гелю» на ріст дворічних саджанців *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* з відкритою кореневою системою; встановлено залежність ефективності від способу внесення та концентрації робочих розчинів добрива. Згідно проведених досліджень ефективним способом застосування добрива є замочування кореневої системи. Виявлено позитивний вплив органічного добрива «Біо-гель» на приживлюваність та збереженість саджанців.

Аналіз санітарного стану культур *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* виявив їх більшу стійкість до збудників хвороб в екстремальних кліматичних умовах південного степу, що свідчить про ефективність застосування «Біо-гелю» для заліснення таких складних категорій лісокультурних площ якими є піски півдня України.

Ключові слова: Нижньодніпровські піски; органічне добриво; *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*; посуха.

Abstract. The problem of development of forestry and conservation fundamentals of *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe with the help of synthetic chemicals, makes it necessary to simultaneously solve two problems: on the one hand, the optimization and increase of the efficiency of the used substances, which, at low economic costs, dramatically increase the effectiveness of artificial forestry and forest productivity, on the other - such economic activity should not upset the balance in the environment. We need an accurate assessment of the relationship and

interconnection of these two sides of one problem.

Recently, the tendency towards the use of substances, derived from natural sources, in particular from plant material, has grown. The study of the mechanisms of self-protection of plants in nature has led to the development of new natural ecologically safe biostimulators and adaptogens. However, they are recommended, mainly for use in agriculture. Their influence on the species of trees is practically not studied.

The article studies the influence on the growth and development of *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, its livelihood under the conditions of organic fertilizer "Bio-gel" on the bases of Oleshky sands in Kherson region.

The results of the experiments conducted during 2016-2017 showed the effectiveness of Bio-gel effect on the growth of two-year seedlings of *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* with open root system; the dependence of efficiency on the method of introduction and concentration of working solutions of fertilizers is established. According to the conducted research, an effective way of using fertilizers is soothing the root system. The positive effect of bio-gel organic fertilizer on the livelihood and preservation of seedlings has been revealed.

The analysis of the sanitary state of *Pinus nigra* subsp. *Pallasiana* has shown their greater resistance to disease agents in the extreme climatic conditions of the southern steppe, which indicates the effectiveness of the use of Bio-gel for forest-cultivation in such complex cultivation areas as the sands of southern Ukraine.

Keywords: Nizhnedniprovsy sands, organic fertilizer, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, drought.

ВСТУП

Створення лісових насаджень у південному степу поза межами природного ареалу багатьох деревних видів часто приводить до висихання лісових культур, оскільки вони є недостатньо стійкими до несприятливих умов. Головними лімітуючими факторами росту і розвитку лісових насаджень у Степу, є обмеженість елементів живлення та ґрунтової вологи. У зв'язку із зазначеним, питання щодо впровадження комплексного екологічно та економічно виправданого методу заліснення непридатних сільськогосподарських земель у вигляді напівпустелі є актуальним [1, 2, 3].

Серед 22 видів сосни які випробовувались в жорстких кліматичних умовах Нижньодніпровських пісків збереглося вісім видів, серед них сосна кримська (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) та звичайна (*Pinus sylvestris* L.), вони і стали найбільш поширеними у лісгосподарському виробництві при створенні лісових культур на пісках [7, 12, 11].

Лісові пожежі, за період з 2007–2017 роки, зменшили площу соснових лісів більше ніж на 10 тис. га. Спроби відновити ліси на згарищах зазнавали невдачі з різних причин [8, 6, 9].

Стан створених лісів на Нижньодніпровських пісках України вважається незадовільним,

лісові ценози під впливом стресових чинників знаходяться в нестійкому стані [10].

Все це змушує змінити підхід до проблеми розробки лісівничих та природоохоронних засад вирощування *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* за допомогою синтетичних хімічних речовин. Виникає необхідність одночасного вирішення двох завдань: з одного боку оптимізація та підвищення ефективності застосовуваних традиційних речовин, з іншого – така господарська діяльність не повинна порушувати балансу у навколишньому середовищі. Потрібна точна оцінка оптимального співвідношення цих двох сторін однієї проблеми.

Останнім часом зростає тенденція до використання препаратів отриманих з природних джерел, зокрема з рослинної сировини. Вивчення механізмів самозахисту рослин в природі призвело до розробки нових природних екологічно безпечних біостимуляторів та адаптогенів. Однак рекомендовані вони в основному для використання в сільському господарстві. Вплив їх на деревні породи практично не досліджений.

Метою роботи було оцінити ефективність впливу в польових умовах ефективності застосування органічного добрива, природного адаптогену ґрунту «Біо-гелю», при створенні

насаджень *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* з відкритою кореневою системою в умовах Нижньодніпровських пісків України.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Комплексний органічний препарат (добриво) «Біо-гель» застосовується для внесення до ґрунту, позакореневої та кореневої обробки рослин, обробки насіння. Сумісний з усіма видами засобів захисту рослин, макро- та мікродобривами. Сертифікований «Органік стандарт» №16-0659-02. Екологічний сертифікат UA.08.002.428. Виробляється в Україні м. Херсон. Форма випуску: суспензія бактерій, їх метаболітів та поживних речовин. Пастосметано-подібна маса.

Склад «Біо-геля». Ферменти (глюкозидази, глюканази, каталази, глікозил-гідролази). «Дикі» бактерії азотфіксуючі, фосфат- та калій-мобілізуєчі, молочнокислі, деструктор стерні, корисні гриби (*Azotobacter*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium Subtilis*, *Cereus*, *Megaterium*, *Lactobacillus*, *Trichoderma*). Амінокислоти (гліцин, лізин, лейцин, треонін та інші). Вітаміни (В1, В2, А, Е, РР, каротиноїди). Макроелементи азот (N) – 30 г/л, фосфор (P₂O₅) – 3.1 г/л, калій (K₂O) – 0.5г/л. Мікроелементи Mg – 100 мг/л, Fe – 100 мг/л, Mn – 13.3 мг/л,

Zn – 8.0 мг/л, Cu – 1.0 мг/л, Co – 0.7 мг/л, B – 0.5 мг/л, Mo – 0.2 мг/л. Фульвові та гумінові кислоти. Вуглеводи (декстрин, лігнін, клітковина).

При виробництві продукту використовується запатентована технологія НТD-technology®. Сировина, з якої виробляють «Біо-гель», органічного походження: торф, біогумус, леонардит, сапропель, ґрунт із корисною мікробіотою (полтавський чорнозем, каштанові та супіщані ґрунти), вода.

Дослідження ефективності впливу органічного добрива «Біо-гель» на ріст дворічних сіянців *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* із відкритою кореневою системою проводили у березні-листопаді 2017 р. на території Цюрупинського лісництва Державного підприємства «Олешківське лісомисливське господарство» (Україна).

Всі варіанти досліду розташовані на згарищах великої серпневої лісової пожежі 2007 року. Досліди проводились за такими напрямками: вивчення росту та розвитку сіянців *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* залежно від способів внесення та ефективних концентрацій і доз органічного добрива «Біо-гель» на відкритому полігоні без поливу (табл. 1).

Таблиця 1 – Варіанти досліду з обробки саджанців *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*

Варіанти досліду	Замочування кореневої системи саджанців	Обробка саджанців
Варіант 1 (контроль)	- в чистій воді на 2 години; - обмакування у водний розчин суперабсорбенту Аквасорбу-S	дворазова, чистою водою з нормою витрат 40 літрів на 1 га
Варіант 2	- в 1 % розчині «Біо-геля» – 2 години; - обмакування у розчин суперабсорбенту Аквасорбу-S на основі 1% розчину «Біо-гель»	дворазова, чистою водою з нормою витрат 40 літрів на 1 га
Варіант 3	- в 3 % розчині «Біо-геля» – 2 години; - обмакування у розчин суперабсорбенту Аквасорбу-S на основі 3% розчину «Біо-гель»	дворазова, чистою водою з нормою витрат 40 літрів на 1 га
Варіант 4	- в 5 % розчині «Біо-геля» – 2 години; - обмакування у розчин суперабсорбенту Аквасорбу-S на основі 5% розчину «Біо-гель»	дворазова, чистою водою з нормою витрат 40 літрів на 1 га
Варіант 5	- в чистій воді на 2 години; - обмакування у водний розчин суперабсорбенту Аквасорбу-S	дворазова, 1 % розчином «Біо-геля», з нормою витрат 40 літрів на 1 га

Варіанти досліджу	Замочування кореневої системи саджанців	Обробка саджанців
Варіант 6	- в 1 % розчині «Біо-геля» – 2 години; - обмакування у розчин суперабсорбенту Аквасорбу-S на основі 1% розчину «Біо-гель»	дворазова, 1 % розчином «Біо-геля», з нормою витрат 40 літрів на 1 га
Варіант 7	- в 3 % розчині «Біо-геля» – 2 години; - обмакування у розчин суперабсорбенту Аквасорбу-S на основі 3% розчину «Біо-гель»	дворазова, 1 % розчином «Біо-геля», з нормою витрат 40 літрів на 1 га
Варіант 8	- в 5 % розчині «Біо-геля» – 2 години; - обмакування у розчин суперабсорбенту Аквасорбу-S на основі 5% розчину «Біо-гель»	дворазова, 1 % розчином «Біо-геля», з нормою витрат 40 літрів на 1 га

Для проведення досліджень нами були взяті однорічні сіянці сосни кримської вирощені в розсаднику Костогризівського лісництва державного підприємства «Олешківське лісомисливське господарство» (Україна). Висаджування сосни проводилось у березні 2017 року лісосадильною машиною.

Надалі догляд за сіянцями проводився згідно вирощування лісових культур у виробничих умовах за стандартною технологією [5].

За весняно-літній період кількість опадів було набагато менше від норми і складало всього 17 %. Розподіл опадів був нерівномірний, відповідно вони не сприяли накопиченню вологи в ґрунті. Серпень та вересень були пагубними для лісових культур і за екстремально високими температурами і за мінімальною кількістю опадів. Саме цьому на території дослідження внаслідок посухи загинули

лісові культури на площі 140 га, які були висаджені за останні 3 роки.

Наприкінці вегетаційного сезону у саджанців вимірювали їх біометричні показники – висоту надземної частини та діаметр кореневої шийки.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Загальний облік збереженості культур проводився згідно «Інструкція з проектування, технічного приймання, обліку та оцінки якості лісокультурних об'єктів» [4]. На кінець досліджу стан культур у розрізі кожного варіанта показав, що максимальна кількість загинлих саджанців залишилась у варіанті 3 і становила відповідно 93%. Максимальна кількість живих саджанців відмічалась на варіанті 8 їх було 32 % (рис. 1).

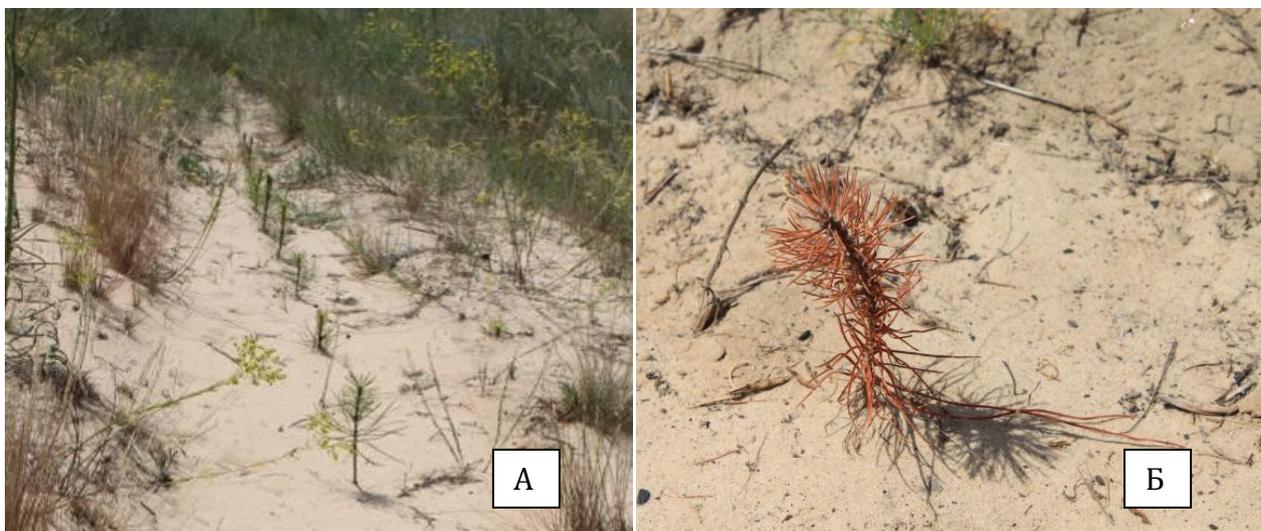


Рисунок 1 – А) збереження культури *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* у 8 варіанті досліджу з обробкою кореневої системи саджанців «Біо-гелем»; Б) – загинлі саджанці у 3 варіанті

Причиною низької збереженості лісових культур став дефіцит вологи та висока температура протягом літнього періоду, а особливо посуха в серпні та вересні. Культури збереглися, як правило в лощинах, де акумулювалась волога.

На загиблих саджанцях відмічено, що пагін та хвоя поточного року встигли сформуватись, це свідчить про те що саджанець деякий час ріс нормально, але під впливом дефіциту вологи в ґрунті та високих температур протягом літа, загинув.

Поточний приріст саджанців за висотою розглядається як основний критерій оцінки енергії росту лісових культур у період їх адаптації на лісокультурній площі [13]. Серед випробовуваних восьми варіантів досліду чотири достовірно перевищували контроль за згаданим показником наприкінці першого року вирощування (табл. 2). Всі варіанти порівнювали з варіантом 1, який ми прийняли за контроль.

Максимальний приріст було відмічено у варіанті 6 (замочування кореневої системи в 1 % розчині «Біо-гелю» з дворазовим обприскуванням 1 % розчином препарату).

Таблиця 2 – Біометричні показники сіянців саджанців *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* з відкритою кореневою системою у досліді з використанням органічного добрива «Біо-гель»

Варіант	Живі, %	Висота надземної частини		Діаметр кореневої шийки	
		см	%	см	%
Варіант 1	13	7,9	100	0,71	100
Варіант 2	16	8,5	108	0,74	104
Варіант 3	7	8,2	104	0,72	101
Варіант 4	8	8,1	102	0,74	101
Варіант 5	9	9,5	121	0,84	106*
Варіант 6	23	13,4	170	0,88	112*
Варіант 7	10	9,8	124	0,70	99*
Варіант 8	32	12,7	161	0,76	107*

Примітка: * - достовірні варіанти $P < 0,5$

Діаметр кореневої шийки – другий показник, за яким оцінюють приріст саджанців [13]. Наприкінці вегетації достовірні результати були отримані у варіантах 5, 6, 8. Достовірно більший результат спостерігається у варіанті 6. Відзначимо достовірну перевагу використання препарату «Біо-гель» в чотирьох останніх дослідях за рахунок дворазового обприскування саджанців в порівнянні з їх замочуванням та обмакуванням.

ВИСНОВКИ

Згідно з результатами проведеного дослідження, був помітний позитивний вплив на ріст саджанців *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* використання органічного добрива «Біо-гель».

Результати досліджень свідчать, що в усіх варіантах застосування «Біо-гелю» біометричні показники саджанців *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* перевершують контроль. Ефективнішим способом застосування добрива є за-

мочування кореневої системи. Згідно проведених дослідів доцільно обробляти кореневу систему 1 % розчином комплексного органічного добрива «Біо-гель». Дворазове обприскування сіянців 1 % розчином «Біо-гелю» сприяє збільшенню висоти сіянців на 25–70% відносно контролю. Різниця в збільшенні розмірів кореневої шийки сіянців у варіантах із замочуванням та обприскуванням щодо контролю – 6–12%. Більш ефективним способом застосування добрива виявилось замочування кореневої системи у 1 % «Біо-гелю», за якого максимально результативним для посилення росту у висоту й за діаметром кореневої шийки. У варіанті 6 середня висота сіянців є більшою на 70 %, діаметр кореневої шийки – на 12 %. Отже, застосування «Біо-гелю» доволі ефективно впливає на збільшення біометричних показників саджанців.

Культури, посаджені лісництвом цього року (без застосування препарату) загинули на 100 %. На цьому фоні позитивний вплив ор-

ганічного добрива «Біо-гель» особливо значимий для збереженості саджанців. Замочування кореневої системи та дворазове обприскування дало позитивний ефект на приживлюваність та збереженість насаджень. Культури, висаджені із застосуванням «Біо-гелю» збереглися наприкінці досліду в різних варіантах від 23 до 31 %. Такий невисокий показник ми пов'язуємо з екстремально високими температурами липня-вересня 2017 року, а також недостатньою кількістю опадів поточ-

ного року, які ми можемо розцінювати як об'єктивні ризики.

Таким чином, органічне добриво «Біо-гель» проявив себе як стимулятор росту, про що свідчить збільшення під його впливом біометричних показників, а також природний адаптоген, який сприяє приживлюваності культур *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* та виживанню у екстремальних умовах Нижньодніпровських пісків Херсонської області.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Adamen, F., Pashtetskyi, V., Pluhatar, Yu., & Strelchuk, L. (2013). *Lis v stepu: osoblyvosti ahrotekhniki ta porodnyi sklad* [Forest in the steppes: peculiarities of agrotechnics and rock formations]. *Tavriiskiyi naukoviyi visnyk*, 83, 231–235 (in Ukrainian)
[Адамень, Ф., Паштецький, В., Плуатар, Ю., & Стрельчук, Л. (2013). Ліс в степу: особливості агротехніки та породний склад. *Таврійський науковий вісник*, 83, 231–235].
2. Boiko, T., Melnyk, M., & Melnychenko, L. (2017). *Problemy ta perspektyvy rozvytku lisovykh hospodarstv Khersonskoi oblasti v konteksti Kontseptsii reformuvannia lisovoho i myslivskoho hospodarstva* [Problems and prospects for Kherson region forestry enterprises development in the context of Conception of forest and hunting management reformation]. *Tavriiskiyi naukoviyi visnyk*, 97, 189–195 (in Ukrainian)
[Бойко, Т., Мельник, М., & Мельниченко, Л. (2017). Проблеми та перспективи розвитку лісових господарств Херсонської області в контексті Концепції реформування лісового і мисливського господарства. *Таврійський науковий вісник*, 97, 189–195].
3. Furdychko, O. I. (Ed.). (2006). *Lis u Stepu: osnovy staloho rozvytku* [The forest of Steppe: the basis of sustainable development]. Kyiv: Osнова (in Ukrainian)
[Фурдичко, О. І. (Ред.). (2006). *Ліс у Степу: основи сталого розвитку*. Київ: Основа].
4. Instruksiiia z proektuvannia, tekhnichnoho pryimannia, obliku ta otsinky yakosti lisokulturnykh ob'ektiv (Ukraine), 19.08.2010, No 260. Retrieved September 1, 2018, from <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1046-10/print> (in Ukrainian)
[Інструкція з проектування, технічного приймання, обліку та оцінки якості лісокультурних об'єктів (Україна), 19.08.2010, № 260. Актуально на 01.09.2018. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1046-10/print>].
5. Mieshkova, V. (Ed.). (2008). *Nastanovy z vedennia hospodarstva v Nyzhnodniprovskykh lisakh* [Guidelines for farming in Nizhnedneprovsky forests]. Kharkiv: Derzhavnyi komitet lisovoho hospodarstva Ukrainy (in Ukrainian)
[Мешкова, В. (Ред.). (2008). *Настанови з ведення господарства в Нижньодніпровських лісах*. Харків: Державний комітет лісового господарства України].
6. Nazarenko, S., & Fomin, V. (2009). *Osnovni limituiuchy faktory, shcho nehatyvno vplyvaiut na stan lisovykh kultur na Nyzhnodniprovskykh pishchanykh arenakh* [The main limiting factors that negatively affect the condition of forest crops in the Nizhnedneprovsky sand arenas]. In *Faltsfeinivski chytannia* (pp. 226–232). Kherson: PP Vyshemyrskiyi (in Ukrainian)
[Назаренко, С., & Фомін, В. (2009). Основні лімітуючі фактори, що негативно впливають на стан лісових культур на Нижньодніпровських піщаних аренах. В *Фальцфейнівські читання* (с. 226–232). Херсон: ПП Вишемирський].
7. Nazarenko, S., & Kokhanyi, S. (2008). *Vydy sosny, prydatni dlia zalissennia Nyzhnodniprovskykh piskiv* [Pine species suitable for low Dnieper Dands Afforestation]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia*, 113, 194–196 (in Ukrainian)

- [Назаренко, С., & Коханий, С. (2008). Види сосни, придатні для залісення Нижньодніпровських пісків. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 113, 194–196].
8. Nazarenko, S., & Mykhailov, V. (2013). Do pytannia pro prychny zahybeli lisovykh kultur u Khersonskii oblasti, vysadzhenykh na zgharyshchakh [On the question of the causes of the death of forest crops in the Kherson oblast, landed in incidents]. In *Nauka na sluzhbi silskoho hospodarstva* (Vol 1, pp. 146–148). Mykolaiv: Mykolaivska derzhavna silskohospodarska doslidna stantsiia (in Ukrainian)
[Назаренко, С., & Михайлов, В. (2013). До питання про причини загибелі лісових культур у Херсонській області, висаджених на згарищах. В *Наука на службі сільського господарства* (Том 1, с. 146–148). Миколаїв: Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція].
9. Shevchuk, V. V., & Tymoshchuk, I. V. (2017). Prychny vynyknennia lisovykh pozhezh u sosnovykh nasadzhenniakh Khersonshchyny ta yikhni naslidky [The causes of forest fires in pine stands of Kherson region and their consequences]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia*, 130, 199–207 (in Ukrainian)
[Шевчук, В. В., & Тимошук, І. В. (2017). Причини виникнення лісових пожеж у соснових насадженнях Херсонщини та їхні наслідки. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 130, 199–207].
10. Shevchuk, V., Fomin, V., & Nazarenko, S. (2005). Ekolohichni stan shtuchnykh sosnovykh nasadzen na Nyzhnodniprovskykh piskakh [Ecological condition of artificial pine plantations on the low Dnieper sand]. *Naukovy visnyk: Zbirnyk naukovo-tekhnichnykh prats*, 15.1, 96–102 (in Ukrainian)
[Шевчук, В., Фомін, В., & Назаренко, С. (2005). Екологічний стан штучних соснових насаджень на Нижньодніпровських пісках. *Науковий вісник: Збірник науково-технічних праць*, 15.1, 96–102].
11. Shlapak, V. P. (2002). Pidsumky introduktsii vydiv rodu Pinus L. na Nyzhnodniprovskykh piskakh [Results of introductions of species of the genus Pinus L. in the Nizhnedniprovsky sands]. *Introduktsiia roslyn*, 2, 25–28 (in Ukrainian)
[Шлапак, В. П. (2002). Підсумки інтродукції видів роду Pinus L. на Нижньодніпровських пісках. *Інтродукція рослин*, 2, 25–28].
12. Shlapak, V. P. (2003). Osoblyvosti zalisnennia nyzhnodniprovskykh piskiv kulturamy introdukovanykh vydiv rodu Pinus L. [The peculiarities of forest plantings on the sandy soil of the lower dnierper by introduced species of the genus Pinus L.] *Lisivnycha akademiia nauk Ukrainy: Naukovi pratsi*, 2, 71–74 (in Ukrainian)
[Шлапак, В. П. (2003). Особливості залісення нижньодніпровських пісків культурами інтродукованих видів роду Pinus L. *Лісівнича академія наук України: Наукові праці*, 2, 71–74].
13. Taranenko, Yu. (2015). Rist i stan sosnovykh kultur, stvorenykh sadyvnym materialom, vyroshchenym iz zastosuvanniam rehulatoriv rostu roslyn [Growth and condition of pine plantations, created by the planting material grown using plant growth regulators]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia*, 127, 131–138 (in Ukrainian)
[Тараненко, Ю. (2015). Ріст і стан соснових культур, створених садивним матеріалом, вирощеним із застосуванням регуляторів росту рослин. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 127, 131–138].

Transmittance and Extinction Coefficient of Sea and Well-Water in Mombasa County, Kenya

Charles Mogunde¹, Cliff Orori Mosiori²

¹ *Kenyatta University*

P. O. Box 43844-00100, Nairobi, Kenya

² *Technical University of Mombasa*

P. O. Box 90420-80100, Mombasa, Kenya

DOI: 10.22178/pos.39-4

LCC Subject Category: TP155-156, QC450-467, QD450-801

Received 06.12.2017

Accepted 20.08.2018

Published online 31.10.2018

Corresponding Author:

Charles Mogunde

mogundecharles@gmail.com

© 2018 The Authors. This article is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

License 

Abstract. Using a laser transmitter in the range of 200 nm to 1200 nm, transmittance and total extinction coefficients were determined for two different but close related optical media which are ocean water and shallow well water in Mombasa County, in Kenya. The results were interpreted using Lambert-Beer's law as applied for very small ranges of concentrations. It was established that the total extinction coefficients for two forms of water showed linearity with values of total extinction coefficients found to be $\mu_t = 7.734 \text{ (g/ml)}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ and $\mu_t = 127.6 \text{ mm}^{-1}$ at a wavelength of 638 nm for ocean water and shallow well water respectively.

Keywords: Lambert-Beer's law; attenuation; nanoparticles; energy radiated; seawater; absorption; scattering.

INTRODUCTION

In optical applications, water is usually assumed to be transparent to electromagnetic radiations within the visible spectrum. Somehow, it is taken as opaque to wavelengths above the visible spectra and those below it. Based on this assumption, visible light in water undergoes refraction and attenuation [4]. The amount to which refraction take place is called refractive index [1] which is subject to its state of salinity and temperature. The refractive index increases with increasing salinity and decreasing temperature. In scientific studies, refractive index of a sample of seawater used in this study was at a constant temperature. In real cases, water may have some cloudiness caused by suspensions of dissolved nanoparticles materials [10] such that when a light beam incident on it undergoes through two different phenomena, absorption, and scattering [9]. Absorption hampers propagation while scattering which is caused by the refractive index mismatch at microscopic boundaries [13]. Finally, some de-

crease is evident due to ray re-direction as a result of the photon absorption leading to a concept of extinction or energy attenuation of the incident light energy [8].

THEORETICAL PRINCIPLES

In any form of a fluid, intensity of radiation with respect to wavelength λ decreases in the direction of the light beam [14]. Ideally, the decrease at the infinitesimal thickness, x , is proportional to the intensity of energy radiated, I , as [6]:

$$dI_\lambda = -\chi_\lambda I_\lambda dx \quad (1)$$

The coefficient of proportionality, χ , is called the absorption coefficient, which can be obtained by integrating Equation (1) in the limits ($x = h$ and $x = h + L$), to obtain [11]:

$$\chi_{\lambda} = \frac{2.30}{L} (\log I_{\lambda,h} - \log I_{\lambda,(h+L)}) \quad (2)$$

From Equation (2) a factor of 2.30 is applied because the logarithm used is of base-10, L is the thickness of the layer within which the energy of the radiation is reduced from $I_{(\lambda, h)}$ to $I_{\lambda,(h+L)}$. The absorption coefficient depends upon the unit of length which L is expressed. The decrease of intensity in water depends upon the amount of radiation that is absorbed and scattered. Purified water has its scattering due to water molecules [4, 8, 15]. The scattering effect is not easy to separate as it includes absorption coefficient which is a factor of wavelength, discrepancies has been reported and due to these discrepancies, the absorption in pure water is still in dispute as portrayed in Table 1.

Table 1 – Reported absorption coefficients [6]

Author (s)	Year	Absorption coefficients
Hüfner and Albrecht	1891	0.048
Ewan	1895	0.030
Aschkinass	1895	0.020
Sawyer	1931	0.015

Lambert-Beer's law for low concentrations empirically relates to light absorption and scattering of the material as [5]:

$$I = I_0 \exp(-\mu_t \times c \times r) \quad (3)$$

so that:

$$\mu \times c = \ln\left(\frac{I_0}{I}\right) \times \frac{1}{r} \quad (4)$$

where I_0 – is the intensity of the incident light; I – is the intensity of the transmitted light; r – is the thickness of the sample; c – is the concentration of the sample; μt – is the total extinction coefficient of the sample.

EXPERIMENT PROCEDURES

A laser source emitter transmitting at a spectral range from 200 nm to 1200 nm was employed directed to a 20 mm thick transparent glass sam-

ple carrier. A sensitive multi-range meter able to measure currents up to 20 nA was used. Two samples of ocean water and another sample of shallow well-water were used.

RESULTS AND DISCUSSION

By geographical definition, a water well can be defined as an excavation or structure created in the ground by digging, driving, boring, or drilling to access groundwater in underground aquifers [8]. This implies that if it ever gave the result to water, then the water is drawn by a pump, or using containers, such as buckets, that are raised mechanically or by hand. Deeper wells are excavated by hand drilling methods or machine drilling. Drilled wells can access water at much greater depths than dug wells [5]. Therefore, there are two broad classes classified as shallow or unconfined wells completed within the uppermost saturated aquifer at that location, and as deep or confined wells, sunk through an impermeable stratum into an aquifer beneath. Well, water is known to contain naturally occurring minerals, such as calcium, iron, and sulfur [3]. These present excess quantities over water molecules. Therefore, the results obtained were plotted and represented graphically. Transmittance against concentration for ocean water and well water was represented in Figures 1, 2.

Transmittance as an optical property of the surface of a material is defined as the effectiveness in transmitting radiant energy as received at and past the surface [14]. Therefore it is indeed the fraction of incident electromagnetic power that is transmitted through a sample, in contrast to the transmission coefficient [10]. Therefore, it is well defined when taken as the ratio of the transmitted to the incident electric field which thus includes internal transmittance which is the energy loss by absorption as compared to total transmittance which is due to absorption, scattering, reflection, and related optical properties.

As observed in Figure 3 and Figure 4 show that the transmitted intensities decrease exponentially with concentration for both ocean water and shallow well-water. In photometry [1], luminous intensity is a measure of the wavelength-weighted power emitted by a light source in a particular direction per unit solid angle, based on the luminosity function, a standardized model of the sensitivity of the human eye. Thus, the graph depicts the luminous intensity of the two samples.

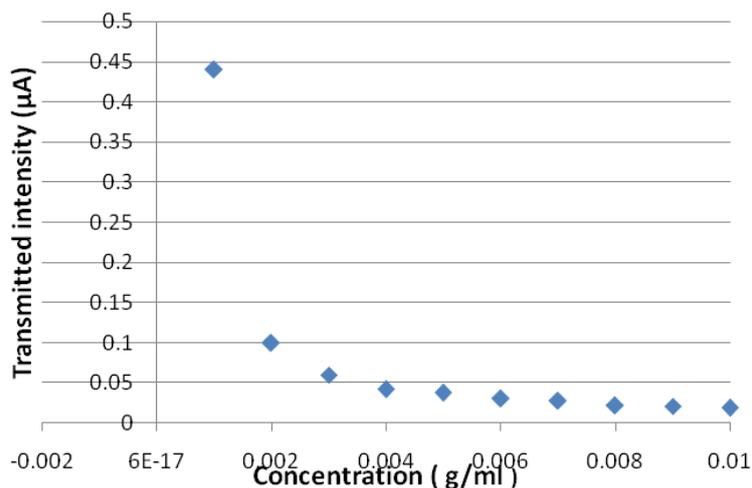


Figure 1 – Transmitted intensity versus concentration for ocean water

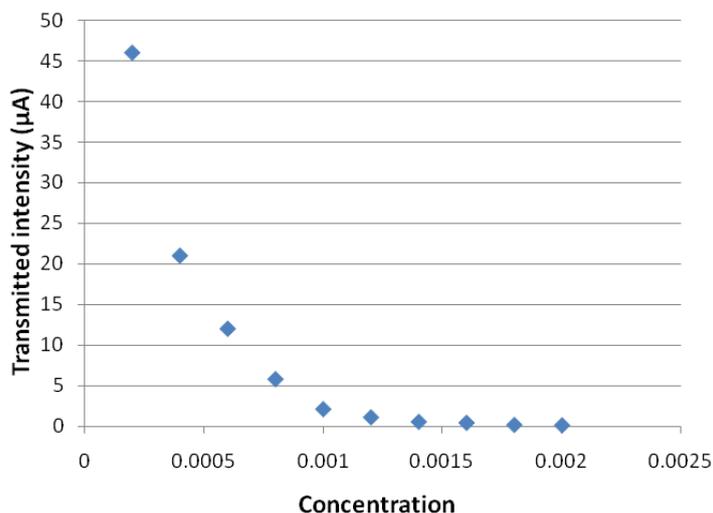


Figure 2 – Transmitted intensity versus concentration for shallow well-water

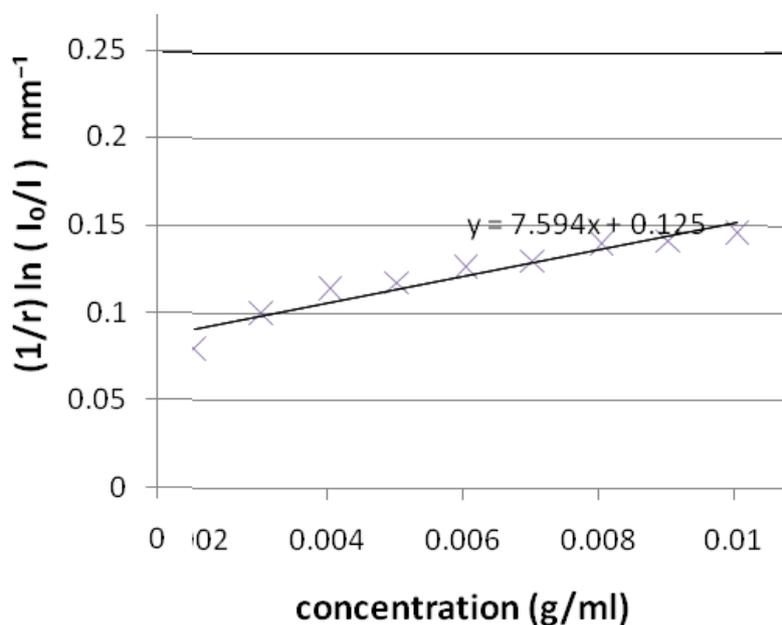


Figure 3 – Relationship of (1/r) ln(I₀/I) versus concentration for ocean water

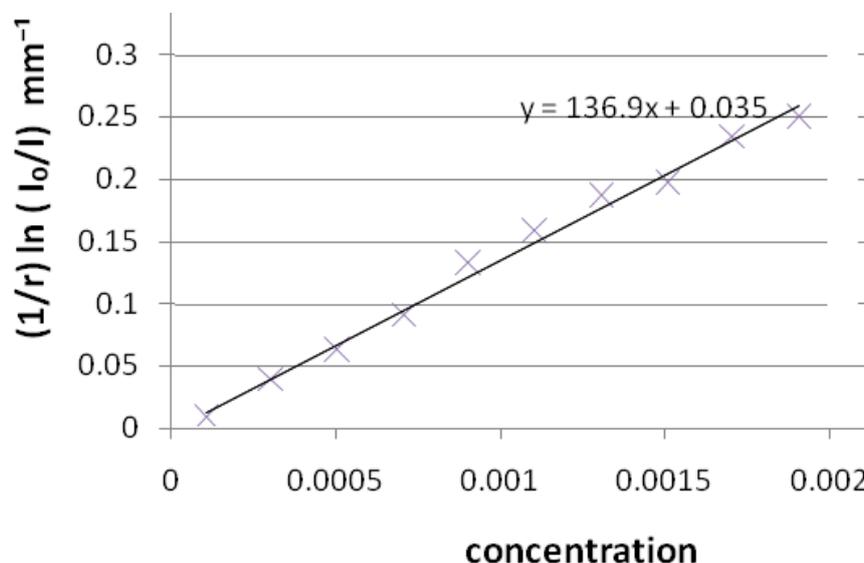


Figure 4 – Relationship of $(1/r) \ln(I_0/I)$ versus concentration for shallow well-water

The exponential decrease confirms the applicability of Lambert-Beer's law in the range of concentrations considered in this analysis which states that that absorbance of a material sample is directly proportional to its thickness. Based on absorbance, Beer's law is stated that absorbance is proportional to the concentrations of the attenuating species in the material sample [7]. Therefore, if a compound absorbs light, then its absorption spectrum is a unique property of that compound. This implies that the molecular structure is responsible for the absorption properties and thus the most common feature of absorbing compounds are conjugated double bonds, often as an aromatic ring.

As observed in Figure 1 and Figure 3, the results of ocean water was for measurements of concentrations ranging from 0.002 g/ml to 0.010 g/ml in steps of 0.001 g/ml whereas Figure 2 and Figure 4 are for referring sampled shallow well water for concentrations ranging from 0.0002 to 0.0020 in steps of 0.0002. From the results linear fitted measurements were taken and the slope obtained represents the total extinction coefficient μ_t . Thus the intercept noted is very small relative to the slope value. Therefore, the total

extinction coefficient, μ_t , of $7.734 \text{ (g/ml)}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ for diluted concentrations of ocean water at 638 nm and total extinction coefficient for shallow well water was $\mu_t = 127.6 \text{ mm}^{-1}$ at 638 nm. These reported values of total extinction coefficient depended on wavelength [12] only. Therefore, the linearity of the result shows that Equation (1) related well in the range of concentrations considered in this study [15]. It was not established whether the extinction coefficient for ocean water depends on the place of ocean water considered just as well water.

CONCLUSIONS

It was established that the total extinction coefficients for two forms of water showed linearity of the results obtained in Figures 3, 4. This was in agreement with Lambert-Beer's law in the range of concentrations considered in this study. From these results, values of total extinction coefficients for ocean water and shallow well water were found to be $\mu_t = 7.734 \text{ (g/ml)}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ and $\mu_t = 127.6 \text{ mm}^{-1}$ at a wavelength of 638 nm respectively.

REFERENCES

1. Abebe, E. (2007). *Determination of Fat and Protein Content of Ocean water using He-Ne Laser Light Scattering* (Master's thesis), Addis Ababa University. Retrieved from <http://etd.aau.edu.et/bitstream/handle/123456789/2909/Ermias%20Abebe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

2. Alikas, K., Kratzer, S., Reinart, A., Kauer, T., & Paavel, B. (2015). Robust remote sensing algorithms to derive the diffuse attenuation coefficient for lakes and coastal waters. *Limnology and Oceanography: Methods*, 13(8), 402–415. doi: [10.1002/lom3.10033](https://doi.org/10.1002/lom3.10033)
3. Chen, R. S., Ab Ghani, M. H., Salleh, M. N., Ahmad, S., & Tarawneh, M. A. (2014). Mechanical, water absorption, and morphology of recycled polymer blend rice husk flour biocomposites. *Journal of Applied Polymer Science*, 132(8), 414–494. doi: [10.1002/app.41494](https://doi.org/10.1002/app.41494)
4. Collaud Coen, M., Weingartner, E., Schaub, D., Hueglin, C., Corrigan, C., Henning, S., ... Baltensperger, U. (2004). Saharan dust events at the Jungfraujoch: detection by wavelength dependence of the single scattering albedo and first climatology analysis. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 4(11/12), 2465–2480. doi: [10.5194/acp-4-2465-2004](https://doi.org/10.5194/acp-4-2465-2004)
5. Frey, K. E., Perovich, D. K., & Light, B. (2011). The spatial distribution of solar radiation under a melting Arctic sea ice cover. *Geophysical Research Letters*, 38(22). doi: [10.1029/2011gl049421](https://doi.org/10.1029/2011gl049421)
6. Gwamuri, J., Gholap, A. V., Shartir, T. S. M., & Bassuah, P. K. (2006). *Investigating Light Propagation in Turbid Media by Evaluating Optical Properties of Phantom Tissues*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/268402864_Investigating_Light_Propagation_In_Turbid_Media_By_Evaluating_Optical_Properties_Of_Phantom_Tissues
7. Harvey, H. W. (2015). *Biological chemistry and physics of sea water*. Cambridge: Cambridge University Press.
8. Kafodya, I., Xian, G., & Li, H. (2015). Durability study of pultruded CFRP plates immersed in water and seawater under sustained bending: Water uptake and effects on the mechanical properties. *Composites Part B: Engineering*, 70, 138–148. doi: [10.1016/j.compositesb.2014.10.034](https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2014.10.034)
9. Lee, M. E., & Lewis, M. R. (2003). [A new method for the measurement of the optical volume scattering function in the upper ocean](https://doi.org/10.1016/j.jatoc.2003.04.001). *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 20(4), 563–571.
10. Lee, Z., Wei, J., Voss, K., Lewis, M., Bricaud, A., & Huot, Y. (2015). Hyperspectral absorption coefficient of “pure” seawater in the range of 350–550 nm inverted from remote sensing reflectance. *Applied Optics*, 54(3), 546. doi: [10.1364/ao.54.000546](https://doi.org/10.1364/ao.54.000546)
11. Liu, J., Liu, Y., Liu, N., Han, Y., Zhang, X., Huang, H., ... Kang, Z. (2015). Metal-free efficient photocatalyst for stable visible water splitting via a two-electron pathway. *Science*, 347(6225), 970–974. doi: [10.1126/science.aaa3145](https://doi.org/10.1126/science.aaa3145)
12. Mattison, K., Morfesis, A., & Kaszuba, M. (2003, December). *A primer on Particle Sizing by Static Laser light Scattering*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/237663975_A_Primer_on_Particle_Sizing_Using_Dynamic_Light_Scattering
13. Min, C., Nie, P., Tu, W., Shen, C., Chen, X., & Song, H. (2015). Preparation and tribological properties of polyimide/carbon sphere microcomposite films under seawater condition. *Tribology International*, 90, 175–184. doi: [10.1016/j.triboint.2015.04.027](https://doi.org/10.1016/j.triboint.2015.04.027)
14. Rossing, T. (2015). *Springer Handbook of Acoustics*. New York: Springer.
15. Srinivasan, R., Kumar, D., & Singh, M. (2002). [Optical Tissue-Equivalent Phantoms for Medical Imaging](https://doi.org/10.1016/S0957-4175(02)00042-7). *Trends Biomater. Artif. Organs.*, 15, 42–47.
16. Wang, T., Yang, Z., & Copping, A. (2013). A Modeling Study of the Potential Water Quality Impacts from In-Stream Tidal Energy Extraction. *Estuaries and Coasts*, 38(S1), 173–186. doi: [10.1007/s12237-013-9718-9](https://doi.org/10.1007/s12237-013-9718-9)

Characteristics of TiO₂ Compact Layer prepared for DSSC application

Nicholas Musila¹, Mathew Munji¹, Justus Simiyu², Eric Masika¹, Raphael Nyenge¹,
Miriam Kineene¹

¹ *Kenyatta University*

P. O. Box 43844-00100, Nairobi, Kenya

² *University of Nairobi*

P. O. Box 30197-00100, Nairobi, Kenya

DOI: [10.22178/pos.39-6](https://doi.org/10.22178/pos.39-6)

LCC Subject Category:

[TP155-156](#)

Received 16.09.2018

Accepted 24.10.2018

Published online 31.10.2018

Corresponding Author:

Nicholas Musila

musilanicholas@gmail.com

© 2018 The Authors. This article is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 License](#) 

Abstract. Dye-sensitized solar cells (DSSCs) offer an economically reliable and suitable alternative in moderating the challenges presented by the existing convectional photovoltaic cells. However, the efficiency of dye-sensitized solar cells has remained relatively low. For this reason, this research was aimed at studying the characteristics of TiO₂ compact layer that can be applied in DSSCs as a way of improving efficiency. To achieve this, TiO₂ compact layer was deposited on a conductive glass substrate by using Holmarc's Spray Pyrolysis system, using Ultrasonic Spray Head and spraying in the vertical geometry. X-ray Diffraction studies revealed that TiO₂ compact layer was of anatase phase and had tetragonal crystalline structure. Raman spectroscopy showed that the most intense peak appeared at 142 cm⁻¹ due to the external vibration of the anatase structure. Hall Effect studies revealed that TiO₂ compact layer has a high density of charge carriers' value of 1.25 × 10¹⁹ cm⁻³ hence it can be used in DSSC applications.

Keywords: Raman spectroscopy; compact layer; dye sensitized solar cell; morphology index; tetragonal crystalline structure; specific surface area; spray pyrolysis.

INTRODUCTION

Dye-sensitized nano-structured solar cells (DSSCs) present themselves as a viable alternative to fossil fuels and silicon-based solar cell technology in meeting the current state of energy demand [1]. They have a central role to play in providing renewable energy. The development of these solar cells generates not only a source of electricity but thermal energy as well from solar energy [2].

However, since DSSCs fabricated from TiO₂ films were discovered, they have had low efficiencies compared to the other commercial solar cells [3]. Among other causes of low efficiency, the structure of the photo-anode electrode is one of the main sources. The nature of the coating on the photo-anode directly contributes on the solar cell performance due to the light harvesting capability, among other factors [4].

Since conversion efficiency of any solar cell is key to commercial competition in the market, there is

need to study characteristics of TiO₂ compact layer, which can be introduced in between the photo-anode electrode and the hole-transport material, as a method of improving the performance of the solar cell [5]. In this study, the electrical, morphological and structural characteristics of TiO₂ compact layer were studied.

EXPERIMENTAL PROCEDURE

The TiO₂ compact layer was deposited onto FTO glass substrates by Holmarc's Spray Pyrolysis system, using Ultrasonic Spray Head, spraying in the vertical geometry. The nozzle used ultrasonic atomization and was operated at a frequency of 40 kHz and its scan speed was 25 mm/s. The nozzle to substrate distance was kept constant at 15 cm, the substrate temperature was maintained at 450 °C and the deposition time was set at 1 minute. Pressurized air (at 6 bar) was used as shaping gas and the solution was sprayed with a rate of 2 ml/min.

The crystalline structure of TiO₂ compact layer was investigated by X-ray diffraction, using a Bruker AXS D8 ADVANCE (Bruker Corporation of Germany). X-ray diffractometer was operated in a Bragg-Brentano configuration (Cu-K α X-rays of wavelength (λ) = 1.5406 Å). XRD pattern of TiO₂ compact layer was obtained for 2(θ) angle between 10° and 80°. In order to quantify the particle size, the mean crystallite size (D) was estimated by applying the Scherrer equation to the strongest plane diffraction peak. D -spacing, specific surface area, morphology index, and dislocation density analyses were done from the XRD pattern obtained.

Confocal Raman microscope and spectrometer was used in Raman spectroscopy analysis of TiO₂ compact layer. 514 nm wavelength argon ion laser was used in the excitation of the TiO₂ compact layer. The analysis of the scattered light was done by a Jobin Yvon U1000 double monochromator while the Raman signal detection was done by a photomultiplier tube (PMT) whose resolution was less than 1 cm⁻¹.

Digital flux/Gauss meter was used in the Hall Effect measurement where the Hall voltage (V_H) and current (I) values of TiO₂ compact layer were recorded upon the application of the magnetic field. The samples to be studied were mounted individually onto a printed circuit, clamped and attached to a stand placed between electromagnetic poles. The Hall voltage was measured in the z-axis direction, the current in the x-axis and the magnetic field in the y-axis direction. The Hall coefficient (R_H), the density of charge carriers (n_H) and Hall mobility (μ_H) of the TiO₂ compact layer were calculated.

The samples were then mounted on a holder inserted in the scanning electron microscope (Carl Zeiss Sigma VP FE-SEM). Coating using a slim layer of 20 nm to 30 nm of platinum was done to increase the conductivity and to prevent the build-up of high voltage charges of the thin films in the scanning electron microscope. The voltage was set at 2 kV and the working distance was set at 2.0 mm.

RESULTS AND DISCUSSION

XRD analysis of TiO₂ compact layer

Figure 1 shows the measured and fitted XRD spectra of TiO₂ compact layer. From the figure, there were seven XRD peaks. The first TiO₂ peak was obtained at 25.83° at plane orientation (101). The most pronounced peak was found at

38.24° at plane orientation (103). These two major peaks confirmed that the prepared TiO₂ compact layer had a pure anatase phase [6].

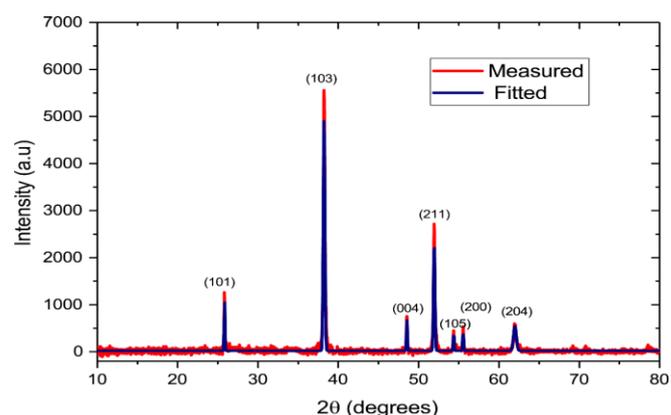


Figure 1 – XRD spectra of TiO₂ compact layer for both measured and fitted data

There were other five peaks at 2 θ angle values of 48.53°, 51.94°, 54.37°, 55.54° and 61.99° respectively. These peaks were at plane orientations (004), (211), (105), (200) and (204) respectively which agreed well with Crystallography Open Database (COD) card number 96-152-6932 [7].

Particle size and the d-spacing of the TiO₂ compact layer. As it is seen from Figure 1, the major XRD peaks had large intensity values which showed that the compact layer had tetragonal crystalline structure which had cell parameters $a = 3.7710$ Å and $c = 9.4300$ Å [7]. In addition, these peaks have broad diffraction which indicates small crystallite size [8]. The particle size of the peak with the highest intensity was 38.17 nm while the spacing between planes was found to be 2.3508 nm.

Figure 2 shows the diffraction broadening of the TiO₂ film at 2 θ angle of 51.94°.

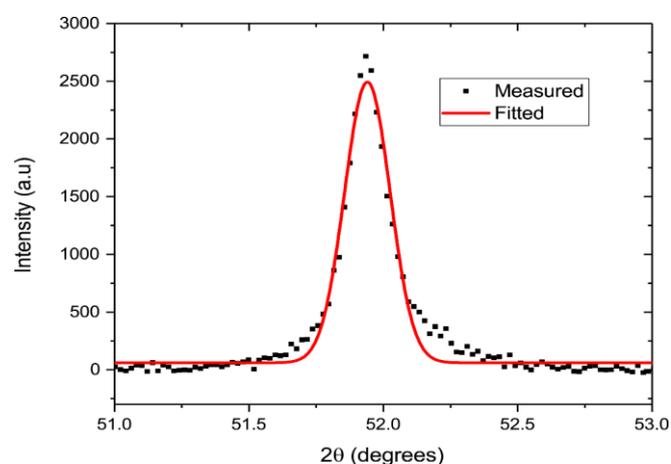


Figure 2 – Diffraction broadening of the TiO₂ film at 2 θ angle of 51.94

A graph of intensity against angle 2θ for the entire spectrum was drawn and all the seven peaks identified.

had the highest FWHM value of 0.007198 radians. This peak is useful in the determination of the morphology index.

From Table 1, it was established that the peak at 61.99° , which had a plane orientation of (204),

Table 1 – Particle size and the d-spacing for the TiO₂ film

Plane	$2\theta(o)$	$\text{Cos } \theta$	$\text{Sin } \theta$	FWHM ($^\circ$)	FWHM (Radian)	$\beta\text{Cos } \theta$	Size (nm)	d-spacing (nm)
(101)	25.83	0.9747	0.2235	0.117	0.002042	0.001990	72.7299	3.4451
(103)	38.24	0.9448	0.3275	0.230	0.004014	0.003793	38.1670	2.3508
(004)	48.53	0.9116	0.4109	0.170	0.002967	0.002705	53.5170	1.8737
(211)	51.94	0.8990	0.4379	0.206	0.003595	0.003232	44.7850	1.7584
(105)	54.37	0.8895	0.4568	0.147	0.002566	0.002282	63.4294	1.6854
(200)	55.54	0.8848	0.4659	0.133	0.002321	0.002054	70.4792	1.6526
(204)	61.99	0.8572	0.5149	0.409	0.007138	0.006119	23.6569	1.4952

Specific Surface Area of TiO₂ compact layer. The specific surface area values were calculated and tabulated in Table 2. Moreover, the surface area to volume ratio was also calculated. Table 2 shows that TiO₂ compact layer had a high surface

area. High surface area was desired because it facilitates the interaction between TiO₂ and the interacting media, like the dye to be used, which primarily happens on the surface or at the interface between the TiO₂ and the dye.

Table 2 – Calculation of SSA of TiO₂ compact layer

Size (nm)	Surface area (nm ²)	Volume (nm ³)	SA to Volume Ratio (nm ⁻¹)	Specific Surface Area (m ² g ⁻¹)
72.7299	16,617.9	201,436.5	0.0825	21.8246
38.1670	4,576.411	29,111.28	0.1572	41.5884
53.5170	8,997.749	80,255.47	0.1121	29.6598
44.7850	6,301.092	47,032.44	0.1340	35.4427
63.4294	12,639.52	133,619.4	0.0946	25.0247
70.4792	15,605.37	183,309.5	0.0851	22.5215
23.6569	1,758.203	6,932.298	0.2536	67.0965

From Table 2, the graph of surface area to volume ratio against the particle size of the TiO₂ compact layer was drawn. Figure 3 revealed that surface area to volume ratio and the particle size are inversely related meaning that as the particle size gets smaller, more surface becomes exposed and therefore the surface area increases. Negative gradient also meant that particle has pores which are a useful aspect in terms of dye adsorption into the TiO₂ structure [9].

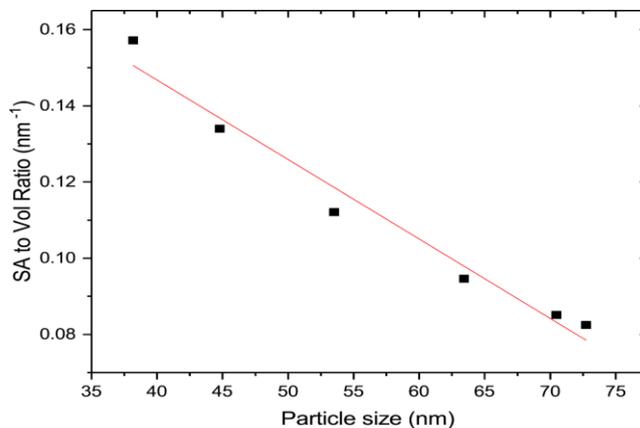


Figure 3 – Graph of surface area to volume ratio against size of particles

Morphology Index and dislocation density. As seen from Table 2, the morphology index values of TiO₂ films ranged between 0.5 and 0.78.

Figure 4 shows a linear fitting of the morphology index of TiO₂ compact layer against the particle size. It was observed that MI varies directly as the particle size but with small deviations which confirmed the homogeneity and fineness of the prepared nanoparticles.

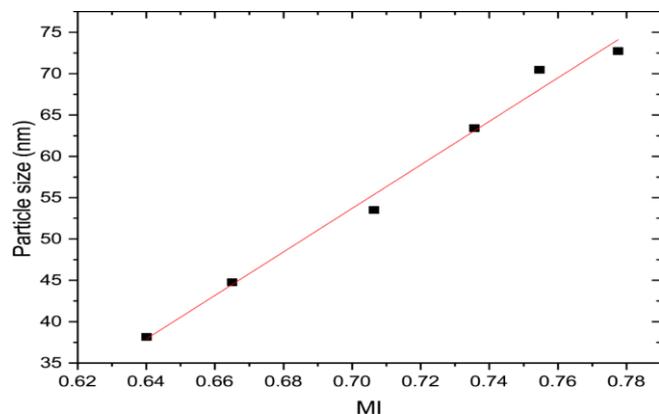


Figure 4 – A linear fitting of TiO₂ particle size against Morphology index

Figure 5 reveals that there exists an inverse relationship between the morphology index and the specific surface area. Just as for the case of the morphology index against the particle size, there

were small deviations between the fitted graph and the experimental points which was an indication that the prepared TiO₂ compact layer had a good uniformity and fineness.

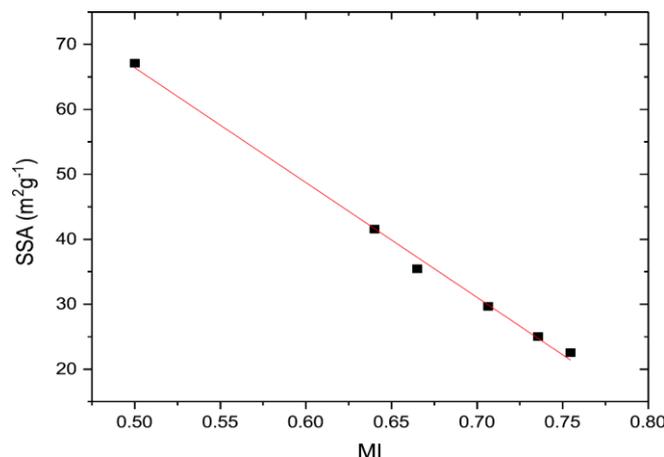


Figure 5 – Linear fitting of SSA against MI of TiO₂ nanoparticles

The results of the dislocation density were tabulated in Table 3.

Table 3 – Dislocation density and Morphology index

FWHM (Radians)	Size (nm)	Surface Area (nm ²)	Volume (nm ³)	Morphology Index	Dislocation Density (m ⁻²)
0.002042	72.7299	16,617.9	201,436.5	0.77756	1.890×10 ¹⁴
0.004014	38.1670	4,576.41	29,111.28	0.64005	6.865×10 ¹⁴
0.002967	53.5170	8,997.75	80,255.47	0.70638	3.492×10 ¹⁴
0.003595	44.7850	6,301.09	47,032.44	0.66503	4.986×10 ¹⁴
0.002566	63.4294	12,639.52	133,619.4	0.73560	2.486×10 ¹⁴
0.002321	70.4792	15,605.37	183,309.5	0.75460	2.013×10 ¹⁴
0.007138	23.6569	1,758.20	6,932.298	0.49999	1.787×10 ¹⁴

Table 3 shows that TiO₂ compact layer had very high dislocation density in the orders of × 10¹⁴ meaning that this film had a good hardness since a large dislocation density means a larger hardness of the material. This was attributed to sintering of the sample.

Figure 6 shows a linear fitting of dislocation density against the particle sizes.

From figure 6, it was observed that dislocation density and the grain size relate inversely. It implies that the prepared TiO₂ compact layer had more strength and hardness than their bulk (TiO₂) counterpart [8].

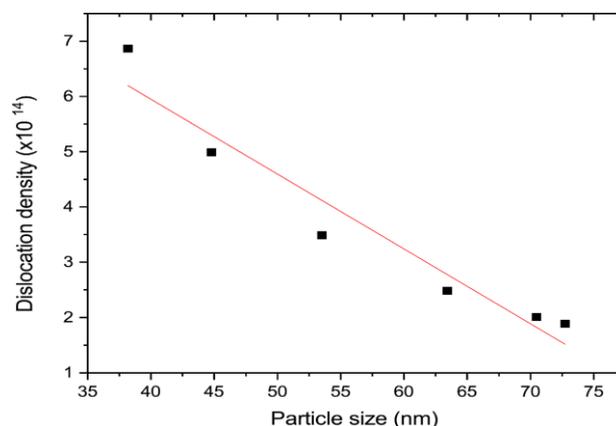


Figure 6 – Dislocation density against the TiO₂ grain sizes

Moreover, there were small deviations between the fitted graph and the experimental points which was an indication that the prepared TiO₂ compact layer had a good film uniformity and fineness of the TiO₂ grains.

Raman spectroscopy

Figure 7 shows Raman spectra of screen printed TiO₂ thin films.

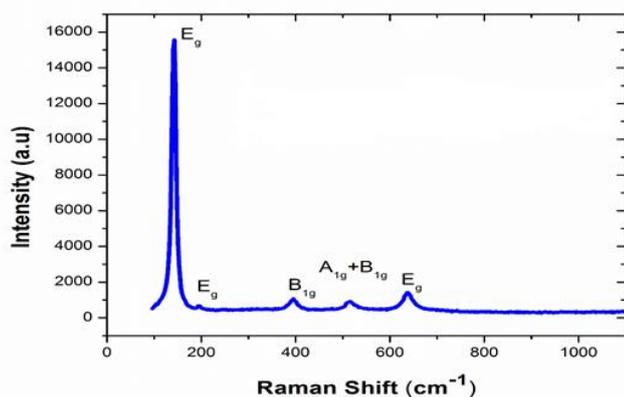


Figure 7 – Plot for the Raman spectra of screen printed TiO₂ thin films

From this figure, the Raman peaks were assigned as E_g , E_g , B_{1g} , $A_{1g} + B_{1g}$ and E_g modes of anatase phase. The first E_g peak was found at 142 cm⁻¹ while the other Raman peaks were found at 195 cm⁻¹, 395 cm⁻¹, 517 cm⁻¹ and 639 cm⁻¹ respectively. These peaks agreed closely to peaks obtained in earlier studies [10] where peaks of 143 cm⁻¹, 197 cm⁻¹, 397 cm⁻¹, 516 cm⁻¹ and 637 cm⁻¹ were reported.

The appearance of an intense peak at 142 cm⁻¹ mode meant that there was a certain degree of long-range order possessed by the TiO₂ nanocrystals [10]. It was the strongest peak and it was attributed to arise from the external vibration of the anatase structure. This peak was also broadened which was attributed to either phonon confinement effect or the surface pressure that is present in materials having sizes of nanometer scale [10].

Hall Effect studies of TiO₂ compact layer

Hall voltage value of 3.62 V was obtained for the TiO₂ compact layer thin film. It was established that this value was positive indicating that the film had a net positive carrier concentration. In TiO₂, the holes served as the majority charge car-

riers in the films and this phenomenon was attributed to donor-type defects like the titanium (cation) interstitials and the oxygen vacancies [11]. TiO₂ has titanium vacancies in its structure and therefore its thin films has p-type properties [12]. However, bulk TiO₂ is an n-type semiconductor.

The TiO₂ film had a Hall coefficient of 0.5 cm³/C. The thickness of the screen printed TiO₂ compact layer thin film was taken to be 116 nm. The Hall coefficient value for TiO₂ thin film agreed very closely with literature [13] where a value of 0.4.998 cm³/C was obtained to be the Hall coefficient of anatase TiO₂ thin film.

By using Four-point probe system interfaced to a computer with Lab-view software and coupled with Keithley 2400 series source meter, the sheet resistance of the screen printed TiO₂ nanoparticle thin films was obtained to be 6.052 × 10⁴ Ω/sq. This sheet resistance translated into resistivity value of 7.02 × 10⁻³ Ω cm which was in agreement with the values reported in literature [14]. From this value of resistivity, the conductivity of the TiO₂ thin film was 1.414 × 10² S/m and therefore the Hall mobility for TiO₂ film was found to be 7.122 × 10¹ cm²/Vs. This Hall mobility for TiO₂ compact layer was considered good and it greatly shows that the TiO₂ films had high crystalline structure.

The final parameter to be calculated for the TiO₂ compact layer thin film was the density of charge carriers. The density of charge carriers in the TiO₂ compact layer was 1.25 × 10¹⁹ cm⁻³. Table 4 summarizes all the parameters studied under Hall Effect.

Table 4 – Summary of Hall Effect parameters of TiO₂ compact layer

Thickness (nm)	Sheet resistance (Ω/sq)	Resistivity (Ω cm)	R_H (cm ³ /C)	n_H (cm ⁻³)	μ_H (cm ² /Vs)
116	6.052 × 10 ⁴	7.02 × 10 ⁻³	0.5	1.25 × 10 ¹⁹	7.122 × 10 ¹

SEM analysis. Figure 8 shows the micrograph of TiO₂ compact layer. The film was relatively smooth because of the slight movement of the glass substrate during the spray pyrolysis deposition process, which was caused by the pressure of the spray. It was also noted that the TiO₂ compact layer coated fully the FTO glass which was desirable in the fabrication of high efficient dye-sensitized solar cell.

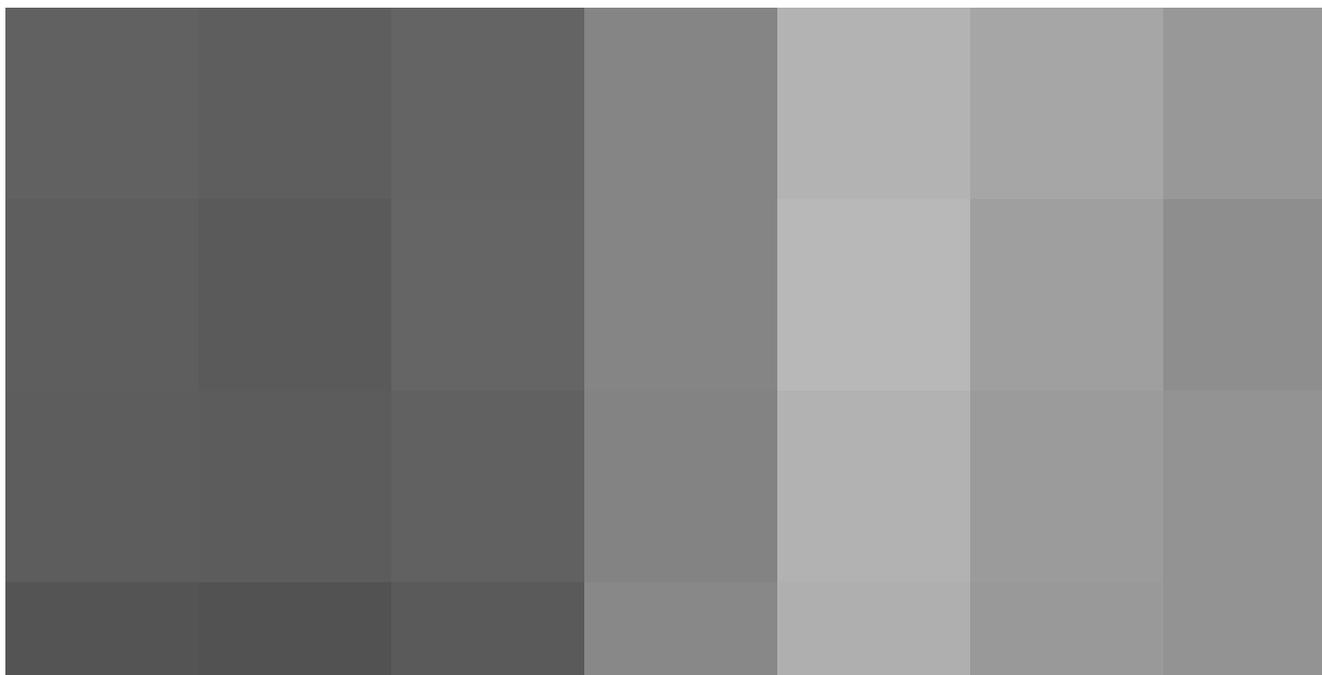


Figure 8 – SEM micrograph of titanium dioxide compact layer

CONCLUSION

TiO₂ compact layer was successfully deposited onto FTO glass substrate using spray pyrolysis techniques. X-ray Diffraction studies revealed that TiO₂ compact layer had tetragonal crystal-line structure with cell parameters $a = 3.7710 \text{ \AA}$ and $c = 9.4300 \text{ \AA}$. Raman spectroscopy showed that TiO₂ compact layer had an intense peak at 142 cm^{-1} mode meaning that there was a certain degree of long-range order possessed by the TiO₂ nano-crystals present in the compact layer. Hall Effect studies revealed that TiO₂ compact layer has high density of charge carriers' value of $1.25 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$. From these studies, it was concluded that TiO₂ compact layer can be used as a

blocking layer in high performing dye-sensitized solar cells.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to acknowledge Botswana Institute for Technology Research and Innovation for the technical support during the SEM measurements of the samples and Physics department, University of Free State, South Africa for XRD measurements. In addition, this work was supported by the African Development Bank which provided the corresponding author with a scholarship which enabled these studies to be conducted.

REFERENCES

1. Panchal, H., Shah, K. & Padharia, M., (2015). *Dye Sensitized Solar Cells - An Alternative to Silicon Based Photovoltaic Technology*. Retrieved from <https://bit.ly/2NeLy3H>
2. Lewis, N. S., & Nocera, D. G. (2006). Powering the planet: Chemical challenges in solar energy utilization. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(43), 15729–15735. doi: [10.1073/pnas.0603395103](https://doi.org/10.1073/pnas.0603395103)
3. Omata, K., Kuwahara, S., Katayama, K., Qing, S., Toyoda, T., Lee, K.-M., & Wu, C.-G. (2015). The cause for the low efficiency of dye sensitized solar cells with a combination of ruthenium dyes and cobalt redox. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 17(15), 10170–10175. doi: [10.1039/c4cp05981f](https://doi.org/10.1039/c4cp05981f)
4. Sengupta, D., Das, P., Mondal, B., & Mukherjee, K. (2016). Effects of doping, morphology and film-thickness of photo-anode materials for dye sensitized solar cell application – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 356–376. doi: [10.1016/j.rser.2016.01.104](https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.104)

5. Kaur, R., Kim, K.-H., Paul, A. K., & Deep, A. (2016). Recent advances in the photovoltaic applications of coordination polymers and metal organic frameworks. *Journal of Materials Chemistry A*, 4(11), 3991–4002. doi: [10.1039/c5ta09668e](https://doi.org/10.1039/c5ta09668e)
6. Antić, Ž., Krsmanović, R. M., Nikolić, M. G., Marinović-Cincović, M., Mitrić, M., Polizzi, S., & Dramićanin, M. D. (2012). Multisite luminescence of rare earth doped TiO₂ anatase nanoparticles. *Materials Chemistry and Physics*, 135(2-3), 1064–1069. doi: [10.1016/j.matchemphys.2012.06.016](https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2012.06.016)
7. Weirich, T., Winterer, M., Seifried, S., Hahn, H., & Fuess, H. (2000). Rietveld analysis of electron powder diffraction data from nanocrystalline anatase, TiO₂. *Ultramicroscopy*, 81(3-4), 263–270. doi: [10.1016/s0304-3991\(99\)00189-8](https://doi.org/10.1016/s0304-3991(99)00189-8)
8. Thirugnanasambandan, T., & Marimuthu, A. (2013). *Titanium dioxide (TiO₂) Nanoparticles - XRD Analyses – An Insight*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/244990066_Titanium_dioxide_TiO2_Nanoparticles_XRD_Analyses_An_Insight
9. Wolfrom, R. (2012). *Specifics on surface area*. Retrieved from https://www.particletechlabs.com/images/articles/specifics_on_surface_area.pdf
10. Gupta, S. K., Desai, R., Jha, P. K., Sahoo, S., & Kirin, D. (2009, September 15). Titanium dioxide synthesized using titanium chloride: size effect study using Raman spectroscopy and photoluminescence. *Journal of Raman Spectroscopy*. doi: [10.1002/jrs.2427](https://doi.org/10.1002/jrs.2427)
11. Nguu, J., Aduda, B., Nyongesa, F., Musembi, R., Njogu, S., & Mwathe, P. (2015). [Electrical Characterization of Nano-TiO₂/Nb₂O₅ Composite Thin Films Deposited Using Electrophoretic Deposition Technique](#). *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering*, 2, 192–198.
12. Nowotny, M. K., Sheppard, L. R., Bak, T., & Nowotny, J. (2008). Defect Chemistry of Titanium Dioxide. Application of Defect Engineering in Processing of TiO₂-Based Photocatalysts. *The Journal of Physical Chemistry C*, 112(14), 5275–5300. doi: [10.1021/jp077275m](https://doi.org/10.1021/jp077275m)
13. Tang, H., Levy, F. (1995). *Electronic properties of anatase TiO₂ investigated by electrical and optical measurements on single crystals and thin films*. Retrieved from <https://infoscience.epfl.ch/record/31789>
14. Daniyan, A. A., Umoru, L. E., Fasasi, A. Y., Borode, J. O., Oluwasegun, K. M., & Olusunle, S. O. O. (2014). Electrical Properties of Nano-TiO₂ Thin Film Using Spin Coating Method. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 02(01), 15–20. doi: [10.4236/jmmce.2014.21003](https://doi.org/10.4236/jmmce.2014.21003)

A. Тойнбі та його універсалістське дослідження історії

A. Toynbee and his Universalist Study of History

Тетяна Данилова¹, Валерія Юдіна²
Tetiana Danylova, Valeriya Yudina

¹ National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
15 Heroiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine

² National Aviation University
1 Cosmonaut Komarov Ave, Kyiv, 03058, Ukraine

DOI: 10.22178/pos.39-5

LCC Subject Category:
B69-99

Received 28.09.2018
Accepted 25.10.2018
Published online 31.10.2018

Corresponding Author:
Tetiana Danylova
danylova_tv@ukr.net

© 2018 The Authors. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License



Анотація. Самобутню концепцію виникнення і взаємодії різних цивілізацій запропонував відомий британський історик, філософ історії, культуролог, соціолог А. Тойнбі. Його універсалістська філософія історії з поняттям історичних циклів підйому та занепаду цивілізацій, філософський ідеалізм і релігійний підтекст його аналізу викладені у дванадцятитомній роботі «Дослідження історії». У даній статті зроблено спробу проаналізувати цивілізаційну концепцію А. Тойнбі. У процесі дослідження було застосовано порівняльно-історичний метод, методологію філософської герменевтики, а також антропологічний інтегративний підхід. А. Тойнбі здійснив грандіозну спробу представити історію людства як послідовний ланцюг виникнення, зростання, занепаду, загибелі та нового виникнення цивілізацій, що викликало гостру дискусію і неоднозначність тлумачень. Сьогодні постмодерний світ ХХІ століття з його невизначеністю, темпоральністю, множинністю інтерпретацій вимагає нового розуміння творчості славетного британця, що потребує нових досліджень.

Ключові слова: А. Тойнбі; цивілізація; культура; історичний процес; мімесис; етерифікація.

Abstract. The famous British historian, philosopher of history, cultural studies researcher and sociologist A. Toynbee introduced his original concept of emergence and interaction of different civilizations. His universalist approach to philosophy of history, his notion of historical cycles of the rise and fall of civilizations, philosophical idealism and the religious subtext of his analysis are set out in the twelve-volume work "A Study of History". This paper attempts to analyze the civilizational concept of A. Toynbee. In the course of the research, the comparative historical method, the methodology of philosophical hermeneutics, as well as the anthropological integrative approach were applied. A. Toynbee made a tremendous attempt to present the history of humankind as a chain of emergence, growth, decline, death, and the new emergence of civilizations. This theory has caused sharp debates and ambiguity of interpretations. Nowadays, the postmodern world of the 21st century with its uncertainty, temporality and plurality of interpretations requires a new understanding of Toynbee's spiritual heritage, which needs new research.

Keywords: A. Toynbee; civilization; culture; historical process; mimesis; etherification.

ВСТУП

Ідея різноманіття соціально-історичних шляхів розвитку людства містить у собі чимало продуктивних і значущих думок. Розгортання всесвітньої історії передбачає не зникнення цивілізаційних і культурних особливостей, а збереження їхньої своєрідності. Ідея відкри-

тості історії, її багатоваріантності несумісна з жорстким з'єднанням всіх культурних матриць в одну-єдину, яка символізуватиме магістральний шлях розвитку всього людства [4; 8]. Самобутню концепцію виникнення і взаємодії різних цивілізацій запропонував відомий британський історик, філософ історії, культуролог, соціолог А. Тойнбі [1; 6]. Його уні-

версалістська філософія історії з поняттям історичних циклів підйому та занепаду цивілізацій, філософський ідеалізм і релігійний підтекст його аналізу викладені у дванадцятитомній роботі «Дослідження історії» [9]. На думку А. Тойнбі, західна цивілізація вступила в новий перехідний період, який характеризується глибинними змінами і розривом з попередньою епохою, війнами, соціальними потрясіннями і революціями. А. Тойнбі вважав його періодом повної анархії та релятивізму. Сценарій А. Тойнбі виглядає ремінісценцією «Волі до влади» Ф. Ніцше і «Занепаду Європи» О. Шпенглера з їх діагнозом соціального і культурного нігілізму. Всі ці мислителі пророкували історичний регрес у поєднанні з різними проектами культурного оновлення. Вони відчували, що їхня епоха стрімко наближувалася до свого логічного завершення, і розцінювали це як катастрофу, що охопить традиційні цінності, соціальні інститути і, загалом, усі форми життя.

У статті зроблено спробу проаналізувати цивілізаційну концепцію А. Тойнбі. У процесі дослідження було застосовано порівняльно-історичний метод, методологію філософської герменевтики, а також антропологічний інтегративний підхід.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Основний принцип «Дослідження історії» полягає в тому, що предметом історичної науки є життя певних одиниць або різновидів людського роду, які А. Тойнбі називав суспільствами. Ці одиниці – це Західне християнство; Східне, або Візантійське, християнство; Ісламське суспільство; Індуїстське суспільство; Далекосхідне суспільство. Всі вони існують як цивілізації й сьогодні. А паралельно людство відкриває для себе свого роду скам'янілі залишки суспільств, нині зниклих. До однієї з подібних груп входять монофізити і християни-несторіанці на Сході разом з євреями і персами, до іншої – різні гілки буддизму та джайнізму в Індії. Відмінності та відносини між цими суспільствами він називав ойкуменічними. Відмінності ж і відносини в межах одного суспільства (наприклад, Афіни і Спарта, Франція і Німеччина) він характеризував як провінційні/периферійні. На думку А. Тойнбі, предмет історичного дослідження ставить перед істориком безліч завдань, але найбільш важливим серед них є розпізнаван-

ня і розмежування цих основних структурних елементів історичного процесу, тобто суспільств, і дослідження відносин між ними [9].

Діючі сили історії не є національними: вони виникають з більш загальних причин. Для правильного розуміння їх необхідно розглядати тільки в масштабах всього суспільства. У той же час різні верстви суспільства по-різному відчують на собі вплив однієї й тієї ж сили, оскільки кожна з них по-своєму реагує на вплив ззовні та зворотно впливає сама. Суспільство у своєму житті стикається з певними завданнями, які необхідно вирішити у межах своїх власних моделей. Через подібні випробування члени суспільства все більше і більше диференціюються: одні програють, а інші успішно знаходять рішення. Незабаром деякі з рішень виявляються недосконалими за нових умов, тоді як інші проявляють життєздатність. Неможливо зрозуміти індивідуальну поведінку за умов одиничного випробування, але необхідно зіставити її з поведінкою інших у суспільстві, взятому в цілому, вважав А. Тойнбі [9].

Історія для А. Тойнбі – це дослідження людських відносин. Справжнім предметом історії є життя суспільства як у внутрішніх, так і в зовнішніх його аспектах. Внутрішня сторона – це вираження життя будь-якого суспільства в послідовності частин його історії, в сукупності всіх складових його громад. Зовнішній аспект – це відносини між окремими суспільствами, розгорнуті в часі та просторі.

Подібне дослідження здійснюється істориком за допомогою певних понять. Одне з них – це афіліація (тобто, прийняття в члени) та її корелят – усиновлення, які проявляються, наприклад, у відносинах сучасного західного суспільства й елліністичного, з якого перше виникло. Деякі суспільства взагалі ніким не приймаються; у інших немає послідовників; треті пов'язані між собою завдяки афіліації з одним і тим же прабатьківським суспільством. Таким чином, виникає можливість розділити суспільство відповідно до поняття афіліації на різні класи, що представляють її різні види і ступені.

Інша категорія – це цивілізація і примітивне суспільство. Кожне суспільство є або примітивним, або цивілізованим; переважна більшість з них примітивні. Вони, як правило, порівняно невеликі в контексті географічного ареалу їх проживання і популяції; існують ві-

дносно недовго і зазвичай знаходять свою насильницьку загибель, яку несе їм або цивілізоване суспільство, або вторгнення іншого нецивілізованого суспільства. Цивілізацій існує значно менше, і кожна з них є більшою за своїм масштабом. Але тут потрібно постійно пам'ятати, що єдність, утворена ними, виступає як єдність класу, а не окремої одиниці. Не існує суцільного об'єкту – цивілізації, а є, скоріше, загальна якість «цивілізованість», що належить багатьом різним цивілізаціям. За А. Тойнбі, єдиної цивілізації людей не існує: «Ця теза про «єдність цивілізації» є помилковою концепцією, вельми популярною серед сучасних західних істориків, мислення яких знаходиться під сильним впливом соціального середовища» [9, с.71]. Одна з причин, які породили цю хибну тезу, полягала в тому, що західні історики інтерпретували світ крізь призму економічної та політичної уніфікації, що відбувалася за західними зразками. До того ж, вони переплутали уніфікацію з єдністю, перебільшивши таким чином роль ситуації, що історично склалася зовсім недавно і не дозволяє поки говорити про створення єдиної цивілізації, тим більше ототожнювати її з західним суспільством.

А. Тойнбі стверджував, що розвиток людства є можливим, насамперед, як взаємовплив цивілізацій, в якому суттєву роль відіграла агресія Заходу і відповідні контрудари інших частин світу. Його думка ґрунтувалась на аналізі досвіду розвитку цивілізацій за останні шість тисяч років. Англійський вчений обґрунтовував положення, що цивілізації являють собою певні типи людських спільнот, які викликають асоціації в області релігії, архітектури, живопису, моралі, звичаїв, тобто в галузі культури. Цивілізації розглядалися ним як найменший блок історичного матеріалу, до якого звертається той, хто намагається вивчити історію власної країни. Межі в часі, просторі, культурі створюють умосяжну одиницю цивілізації.

А. Тойнбі підкреслював, що цивілізація – це культура, яка досягла меж самоідентифікації. Кожна цивілізація представляє собою локальне утворення, що характеризується тільки йому притаманними рисами, і тим самим відрізняється від всіх інших цивілізацій. Цивілізації відмінні одна від одної за своїми цінностями, типами культурної діяльності, матеріально-технічним підґрунтям, спрямованістю історичного розвитку. Суттєву роль у форму-

ванні, розвитку та самоідентифікації цивілізації відіграє саме духовний клімат: кожна цивілізація створила свій індивідуальний художній стиль. Таким чином, об'єктом історичного аналізу повинні стати сліди духовної діяльності, що виражаються в образотворчому мистецтві, музиці, літературі.

Ще однією робочою категорією у А. Тойнбі є міжцарів'я, або тривожний час. Це хаотичний період між загибеллю одного суспільства і піднесенням іншого, афілійованого з ним: наприклад, Темні віки в Європі між загибеллю еллінізму і виникненням Західного християнства. До категорії філософії історії А. Тойнбі належить і поняття внутрішнього пролетаріату – сукупності людей в суспільстві, які нічим не зобов'язані цьому суспільству, крім свого фізичного існування, хоча вони цілком можуть стати домінуючим елементом у суспільстві, афілійованому з попереднім (наприклад, християни в період занепаду елліністичного суспільства). Поняття зовнішнього пролетаріату описує світ варварів, які оточують дане суспільство і об'єднують свої зусилля з внутрішнім пролетаріатом для руйнації цього суспільства в період вичерпання його творчого потенціалу. Основними категоріями у дослідника виступають також загальна держава і загальна церква. Ці організації концентрують у собі відповідно все політичне і релігійне життя суспільства, в якому вони виникли.

Ґрунтуючись на цих передумовах, А.Тойнбі здійснив своє титанічне порівняльне вивчення цивілізацій. Він дослідив питання, як і чому виникають цивілізації, як і чому вони розвиваються, як і чому вони гинуть, а також проаналізував природу універсальних держав і універсальних церков, героїчних епох і контактів між цивілізаціями в просторі та часі, а також перспективи діяльності дослідників історичного поля людства.

Спираючись на останні досягнення історії та археології, А. Тойнбі виділив 21 суспільство (цивілізаційну систему), а завершуючи свою роботу над «Дослідженням історії», він збільшив кількість цивілізацій до 37 [9, с. 446], серед яких живими є п'ять суспільств: західно-християнське; православно-християнське; ісламське; далекосхідне; індуїстське. Проте пізніше дослідник зазначав, що ісламське суспільство складається з двох самостійних суспільств – арабського та іранського. Правос-

лавне суспільство розпалося у нього на основне православне і православне в Росії, а далекосхідне - на основне далекосхідне (у Китаї) та далекосхідне в Японії та Кореї. Отже, нині існує вісім цивілізацій, хоча А. Тойнбі підкреслював, що їх сім. На його думку, всі ці суспільства є цивілізаціями третього покоління, яким передували цивілізації першого і другого покоління.

Намагаючись пояснити виникнення цивілізацій, А. Тойнбі вважав, що генеза цивілізацій обумовлена не одним фактором, а їх сукупністю. Расові елементи та географічне середовище відіграють певну, але не вирішальну роль у цьому процесі. Сама расова класифікація, за зауваженням історика, є недосконалою, а генеза цивілізацій вимагає творчих зусиль всіх рас. Теорія визначальної ролі географічного середовища в поясненні генезису цивілізацій також вразлива. А. Тойнбі стверджував, що будь-які географічні умови можуть бути адекватним середовищем для виникнення цивілізацій. Причина генезису криється не в єдиному факторі, а в поєднанні декількох факторів за умов появи позитивного вирішального чинника. Таким чинником він вважав «виклик-і-відповідь», згідно з яким рух вперед пов'язаний з адекватною відповіддю на виклик історичної ситуації. Виклики сприяють переходу цивілізації на вищий рівень розвитку.

Дослідник дійшов висновку, що несприятливе оточення є сильним стимулом для зародження цивілізацій. Проте, існують певні межі, певна міра суворості випробування, за якими цей закон втрачає силу. Історичні виклики, які є причиною виникнення цивілізацій, у А. Тойнбі є одним із різновидів філософського уявлення про виклик взагалі, який може бути в житті як конкретної людини, так і різних соціальних груп. Що стосується викликів цивілізацій, то вони поділяються на географічні (виклики несприятливого навколишнього середовища) і людські (зовнішня агресія). Важливим в концепції історика є те, що причина виникнення цивілізацій полягає не у внутрішньому бродінні, а в зовнішньому відносно суспільства факторі. Згідно з концепцією А. Тойнбі, ефективним є не поодинокий виклик, а їхня послідовність, яка постійно стимулює цивілізацію до відповідей і, таким чином, до розвитку. Він вважав, що серія відповідей на виклики стимулює зростання, і в міру зростання поле дії зсувається, переми-

щаючись із зовнішнього оточення у внутрішню соціальну систему суспільства. Таким чином, тільки перший виклик виступає зовнішнім, а решта виходить зсередини самої цивілізації. Відповідно до закону «золотої середини» А. Тойнбі, виклик не повинен бути ні занадто слабким, ні занадто суворим, оскільки у першому випадку відповідь не буде адекватною, а у другому – нездоланні труднощі можуть зупинити зародження і розвиток цивілізації.

Суттєвим для концепції А. Тойнбі є поняття мімезису, який, на його думку, лежить в основі існування всіх суспільств. Мімезис – це соціальне наслідування, яке можна визначити як прилучення через імітацію до соціальних цінностей. Історик виділяє два види мімезису: в примітивних суспільствах наслідування спрямовано на старше покоління і вже померлих предків, а в цивілізаціях – на творчі особистості, завдяки яким цивілізація прямує шляхом розвитку. Слід розуміти, що перший вид мімезису відсутній у розвинених цивілізаціях, оскільки зростання цивілізацій – справа рук творчих особистостей чи творчої меншості. Творча меншість, її ініціатива, енергія, рішучість, які забезпечують перемогу, рекрутується з індивідів з самим різним соціальним досвідом. Катастрофа починається, коли творча меншість втрачає ініціативу або перестає впливати на оточуючих. Як наслідок, цивілізація може застигати в ідеалізації та надмірному шануванні власного минулого або якогось ефемерного соціального інституту. Це є дійсною катастрофою для цивілізації, оскільки вона не є статичною одиницею, але виступає динамічним процесом.

На думку А. Тойнбі, цивілізація – це не особистість або організм, а особливий вид відносин між людьми як явищами індивідуальними, але в той же час і соціальними в тому сенсі, що вони не можуть існувати поза соціальними зв'язками [9]. Цивілізації знаходяться у стані розвитку і проходять певні життєві цикли: виникнення (генезис); зростання; розквіт; надлом; розпад.

Тойнбі виділив п'ять основних стимулів, які можуть позитивним чином вплинути на генезис цивілізації, а саме: стимул природного середовища; стимул безплідної землі і нової землі; стимул оточення; стимул удару (реакція на напад) і тиску; стимул обмеження (бідність, рабство, національна дискримінація).

У розумінні цивілізації А. Тойнбі об'єднував просторовий і часовий підходи, оскільки цивілізації розділяються ним на три покоління. Цивілізації першого покоління численні, але недовготривалі, вони існують в одному географічному середовищі і ще не мають державності, церковної організації, розвинених наук і мистецтв. Вони сходять з історичної арени, якщо не поглинаються цивілізацією другого покоління в процесі творчого акту. У деяких суспільствах з'являється творча меншість, яка здатна усвідомити виклик середовища і відповісти на нього. Тоді суспільство в цілому здійснює перехід на новий щабель розвитку, який характеризується становленням дочірньої цивілізації, що є гнучкішою та життєздатнішою. Проте відповідь не завжди призводить до становлення повноцінної цивілізації, можуть народитися «застиглі» або «недорозвинені» цивілізації (полінезійці, ескімоси). Цивілізації другого покоління спираються на творчих особистостей як носіїв нового укладу. Ці цивілізації у своєму динамічному розвитку будують великі міста, які дають початок цілим епохам. У них існує поділ праці, товарний обмін, складна соціальна ієрархія, виборні органи влади, правова система, самоврядування, поділ властей. Підґрунтям існування цивілізацій третього покоління є релігії.

Переосмислюючи тезу попередників про циклічність розвитку цивілізацій, А. Тойнбі дійшов висновку, що загибель цивілізацій зовсім не є фатальною за своєю природою, хоча ймовірність такого розвитку подій оцінювалася ним як досить висока. Обмеженість та егоїзм правлячих еліт у поєднанні з нездатністю або неухважністю більшості населення щодо власних дій і забезпечення умов, необхідних для виживання і процвітання власного суспільства, призводить до виродження цивілізації. Але в процесі розуміння життєвих уроків, у міру розвитку інтелектуальної сторони життя, залучення кращих представників суспільства до управління поступово зростає свідомість і відповідальність людей, що сприяє виживанню цивілізації. Поряд з творчою меншістю пасивна більшість (пролетаріат) бере участь у механізмі «виклику-відповіді» через соціальне наслідування. Цей механізм починає діяти тоді, коли виклик адресується всьому суспільству, незалежно від типу і покоління цивілізації. Пасивна біль-

шість повинна «дозріти» до адекватної відповіді на виклик середовища.

Розмірковуючи про генезис цивілізацій, Тойнбі виділяє два шляхи їх виникнення: через мутацію та через відчуження пролетаріату від творчої меншості раніше існуючих цивілізацій. У результаті народжується дочірня цивілізація.

Аналізуючи стадію зростання цивілізації, А. Тойнбі був далекий від кількісної характеристики зростання як експансії. Більше того, мислитель вважав, що територіальне розширення зазвичай супроводжувалося кровопролитними війнами і свідчило скоріше не про зростання цивілізації, а про її регрес. Захоплення чужих територій є ознакою нездатності суспільства справитися з внутрішнім викликом. Ступінь оволодіння природою також не виступає критерієм зростання цивілізації. Більше того, зведення технічного прогресу до рангу єдиного критерію розвитку може призвести до нехтування духовною сферою.

Сутністю розвитку цивілізації для А. Тойнбі був закон прогресуючого – етерифікації. У термінології А. Тойнбі, етерифікація (загальноприйняте значення слова «етерифікація» – отримання ефірів із спиртів і кислот) – це загальноцивілізаційний процес «розречевлення»: заміна мускульної енергії енергією пари в техніці, заміна піктографічного знака алфавітним тощо; тобто він вживав цей термін не в хімічному, а в натурфілософському і фізичному смислах. Закон етерифікації охоплює аспекти як науково-технічного, так і культурного розвитку. Для самого ж історика як глибоко віруючої людини найважливішою представлялася релігійна етерифікація. Таким чином, етерифікація в підсумку є переходом на новий рівень відносин – з макрокосму до мікркосму. Протиріччя Людина – Природа замінюється на протиріччя Людина – Людина, і зовнішній виклик змінюється викликом внутрішнім. І дійсно, починаючи з Нового часу, соціальні протиріччя, класова боротьба, релігійні та національні питання набули статусу найгостріших проблем. На індивідуальному рівні етерифікація означає все меншу залежність від фізіологічних потреб і все зростаючий вплив моральних проблем. Отже, критерієм розвитку А. Тойнбі вважав прогресивний рух у напрямку самовизначення. Він зазначав: «Іншими словами, процес, який ми аналізували, не просто спрощення засобів, а

перенесення енергій, зрушення з більш низької сфери буття в сферу дії більш високого рівня. Можливо, ми точніше визначимо процес, назвавши його не «спрощенням», а «етерифікацією» [9, с. 201].

Як можливий прогресуючий рух цивілізації – таким питанням задавався історик. Відштовхуючись від постулату про цінності особистості, він стверджував, що розвиток цивілізації обумовлений змінами у внутрішньому світі кожної людини. У реальному житті ці зміни відбуваються з творчою меншістю, у той час як більшість не переходить на новий щабель особистісного розвитку. Це і стає головною причиною виникнення ще одного протиріччя: меншість – більшість. З розвитком цивілізації ця прірва розростається, що врешті-решт може призвести до надлому цивілізації. Саме в процесі зростання народжується унікальна культура, адже досвід кожної цивілізації є неповторним. Чим довше шлях, пройдений цивілізацією, тим неповторнішим є її характер. Процес диференціації цивілізацій відбувається на глибинному рівні, охоплюючи такі сфери як світогляд особистості, культура, мистецтво. На відміну від О. Шпенглера, який пояснював відмінності цивілізацій (у О. Шпенглера - культур) відмінностями прафеноменів (первинних символів, що лежать в основі кожної цивілізації), А. Тойнбі стверджував, що на початковому етапі можна говорити про внутрішню єдність всіх цивілізацій, а їх пізніші відмінності обумовлені неповторністю життєвого шляху кожної цивілізації.

Стадія надлому цивілізації, за А. Тойнбі, починається зі збою в адекватному функціонуванні алгоритму «виклику-і-відповіді», тобто, коли меншість вичерпує свій творчий потенціал. Знижується рівень довіри пролетаріату до еліти. До того ж, і механізм мімезису може бути тригером цього надлому. У цивілізаціях другого покоління він орієнтований на майбутнє. Зворотним боком цього виступає відмова від звичаїв, що ставить під загрозу стабільність певного суспільного устрою, для якого традиція і звичай є цементуючим матеріалом.

Існує два кінцеві сценарії завершення фази надлому: розпад цивілізації чи вихід її з кризи. Перехід цивілізації до стадії розпаду відбувається у випадку, якщо меншість багаторазово невдало відповіла на той самий ви-

клик. Розпад цивілізації супроводжується появою трьох верств населення: правлячої меншості, що втратила творчий потенціал, але бажає зберегти свою владу і будує універсальну державу; внутрішнього пролетаріату, що втратив віру в ідеали меншості і намагається створити вселенську церкву; зовнішнього пролетаріату, що намагається знищити вже слабку цивілізацію. Лише духовна трансформація може вивести суспільство з цієї кризи. Ця трансформація повинна призвести до створення нової, вищої релігії, що надихатиме громадян на нові творчі звершення. Подібну релігію може створити нова творча меншість, яка зароджується у надрах пролетаріату. Християнська позиція А. Тойнбі послужила також основою для пошуку і висунення ним пропозиції щодо об'єднання людства в рамках вселенської церкви і вселенської держави. Для об'єднання різних верств суспільства нова релігія повинна втілити в собі пантеїстичний ідеал [9]. Отже, релігійна ознака поряд з територіальною виступили незмінним критерієм у класифікації цивілізацій, запропонованих англійським істориком.

ВИСНОВКИ

А. Тойнбі здійснив грандіозну спробу представити історію людства як послідовний ланцюг виникнення, зростання, занепаду, загибелі та нового виникнення цивілізацій. Проте його теорію підтримали далеко не всі дослідники розвитку історичного процесу людства. Методологічна частина концепції А. Тойнбі викликала критику з боку його опонентів. Визнаючи всю масштабність авторського проекту, необхідно відмітити, що він не завжди був послідовним навіть щодо заявлених ним теоретичних підходів. Його класифікація цивілізацій не має чітких критеріїв виділення самих цивілізацій, внаслідок чого залишається незрозумілою кількість цивілізацій, виділених істориком. Самі футурологічні погляди А. Тойнбі досить невизначені. Розгорнуту критику можна зустріти в роботах, зокрема П. Сорокіна. Російсько-американський соціолог наполягав, що подібності, на яких робить акцент А. Тойнбі, є або хибними, або переоціненими. Погоджуючись з певним здобутком і частковою істинністю аналізу, П. Сорокін вважає неоднозначні формулювання помилковими [10].

Британський філософ та історик Р.Дж. Коллінгвуд піддав критиці теорію локальних цивілізацій за те, що А. Тойнбі розділив історію на окремі, взаємовиключні частини, при цьому заперечуючи безперервність історичного процесу та взаємодію його окремих частин. До того ж, на думку Р.Дж. Коллінгвуда, А. Тойнбі неправильно розумів взаємодію самого історика та історичного процесу, який пізнається. Подібно до того як різні частини історичного процесу у А. Тойнбі не були пов'язані в єдине ціле, сам історичний процес та історик теж протиставлені один одному: «Ці дві лінії в кінцевому рахунку фактично сходяться на одному й тому ж: історія перетворюється на природу, а минуле, замість того

щоби жити в сьогоденні, як це має місце в історії, мислиться як мертве минуле, яким воно є в природі» [2, с. 157]. У той же час Р.Дж. Коллінгвуд зазначав, що його критика стосувалася тільки основних принципів теорії локальних цивілізацій. У деталях же своєї праці А. Тойнбі виявив «дуже тонку історичну інтуїцію, і його конкретні історичні оцінки спотворюються через помилковість його принципів у вкрай рідкісних випадках» [2, с. 157–158]. Сьогодні постмодерний світ ХХІ століття з його невизначеністю, темпоральністю, множинністю інтерпретацій [3; 5; 7] вимагає нового розуміння творчості славетного британця, що потребує нових досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Encyclopaedia Britannica. (2018). *Arnold Toynbee*. Retrieved September 1, 2018, from <https://www.britannica.com/biography/Arnold-Joseph-Toynbee>
2. Collingwood, R. J. (1980). *Ideya istorii. Avtobiografiya* [The Idea of History. Autobiography]. Moscow: Nauka (in Russian)
[Коллінгвуд, Р.Дж. (1980). *Идея истории. Автобиография*. Москва: Наука].
3. Danylova, T. V. (2012). *Problema liudskoi identychnosti u postmodernii kartyni svitu* [The Problem of Human Identity In Postmodern Worldview]. *Anthropological Measurements of Philosophical Research*, 2, 16–22 (in Ukrainian)
[Данилова, Т. (2012). Проблема людської ідентичності у постмодерній картині світу. *Антропологічні виміри філософських досліджень*, 2, 16–22].
4. Danylova, T. (2014). *The World without Fear and Illusions: Meditation as a Means of Overcoming Binary oppositions of Culture*. *International Researchers*, 3(2), 79–82.
5. Kumar, K. (2014). The Return of Civilization – and of Arnold Toynbee. *Comparative Studies of Society and History*, 56(4), 815–843. doi: 10.1017/s0010417514000413
6. McNeill, W. H. (1989). *Arnold J. Toynbee: A Life*. New York: Oxford University Press.
7. Osterhammel, J. (2017, January 6). *Arnold Toynbee and the Problems of Today*. Retrieved from <http://toynbeeprize.org/blog/the-2017-toynbee-prize-lecture-arnold-toynbee-and-the-problems-of-today-jurgen-osterhammel>
8. Salata, G., & Danylova, T. (2016). *Uchrezhdeniya konsolidirovannoy informatsii, ili informatsionno-bibliotechnyie tsentryi Ukrainyi, v usloviyah evrointegratsii: k postanovke problemyi* [Institutions of Consolidated Information, or Information Librarian Centers of Ukraine, in the Context of European Integration: the Problem Statement]. *Young Scientist*, 8(35), 253–256 (in Russian)
[Салата, Г., & Данилова, Т. (2016). Учреждения консолидированной информации, или информационно-библиотечные центры Украины, в условиях евроинтеграции: к постановке проблемы. *Young Scientist*, 8(35), 253–256].
9. Toynbee, A. (2002). *Postizhenie istorii* [A Study of History]. Moscow: Iris-Press (in Russian)
[Тойнби, А. (2002). *Постижение истории*. Москва: Айрис-Пресс].
10. Wilkinson, D. (1996). Sorokin versus Toynbee on civilization. In J. Ford, M. Richard, P. Talbutt (Eds.), *Sorokin and Civilization: A Centennial Assessment* (pp. 141–158). New Jersey: Transaction Publishers.

The Dialogical Subgenres of Argument in British and Ukrainian Lexicographical Presentation: a Comparative Aspect

Olexiy Borysov ¹

¹ T. H. Shevchenko National University "Chernihiv Kolehium"
53 Hetmana Polubotka, Chernihiv, 14013, Ukraine

DOI: [10.22178/pos.39-7](https://doi.org/10.22178/pos.39-7)

LCC Subject Category:
[PE1001-1693](#), [PG3801-3987](#)

Received 01.08.2018
Accepted 15.09.2018
Published online 31.10.2018

Corresponding Author:
neapol.1985@gmail.com

© 2018 The Author. This article
is licensed under a [Creative
Commons Attribution 4.0 License](#)



Abstract. The thesis is devoted to the comparative study of the dialogical genre "argument" in the present-day British and Ukrainian language pictures of the world. This type of investigation has been the first so far in the field of comparative linguistics that deals with human communication. Argument is a widespread type of day-to-day communication, namely a kind of dialogue that finds its verbal conceptualization in English and Ukrainian. The general idea of *argument* can be formulated as an emotionally coloured verbal communication between partners who differ about something and try to convince each other in the righteousness of one's position. Such a general scheme of argument interpretation is modified in the structures of ethnic languages. Thus, the terms *argument* and *суперечка* reflect the existing differences between two nations as for the type of interaction itself. The crucial difference is understanding of argument as a verbal exchange in British society and a verbal contest in Ukrainian one. One more allomorphic feature is that the British typically tend to get excited in argument, the fact reflected in the semantic components a *heated* or *angry* interaction. The next verbal specification argument gets in a number of its forms or subgenres. A closer comparative look at such kinds of argument as *debates*, *polemics*, *dispute* and *discussion* is suggested. The main differences and common features of the genres are established.

Keywords: dialogue; genre; argument; debates; polemics; dispute; discussion.

INTRODUCTION

One of the priorities of modern anthropocentric linguistic studies is consideration from a new paradigm angle of those already partially researched discourse activities that shape their final results, namely in the form of different dialogical genres. In this paper the understanding of close interrelation between man and one's language, communication, discourse, dialogue and its forms or genres is promoted. A human being as a member of an ethnic community is a person that does not only *communicate* within the frame of this or that dialogical genre but also *nominates* different interactional activities produced by and in society one dwells in.

Dialogue as an everyday condition of a person's social and biological existence is embodied in various genres the knowledge of the set rules of which is crucial for communication to proceed successfully. Argument (as a genre) is one of those socially important and inherent forms. Through the history of human development, it

was converted into a number of its forms or subgenres, the most important of which are polemics, dispute, debates, and discussion. The ethnically specific knowledge of the genres was primarily reflected in their names and afterward in lexicographic sources. The paper suggests a comparative view upon the given genres and subgenres in British and Ukrainian lexicographical tradition which is actually the aim of the suggested research. It's both topical and new as produces some contribution in the field of modern comparative studies.

The typological comparison of the semantic structures of the lexemes that represent subgenres of "argument" in English and Ukrainian has been carried out for the first time in this article. Thus, the novelty of such a type of a research is beyond any doubt. Nevertheless, such nominations were analyzed structurally, semantically, functionally and pragmatically in the works by N. Formanovska [4], I. Saytarli [6], B. Zhumagulova [10], O. Vlasova [9], etc.

RESEARCH METHODOLOGY

The scientific investigation has been conducted with the help of the general methods of induction, deduction as well as componential analysis of the meanings of the key words designating different genres of “argument” followed by the descriptive method and contrastive analysis aiming at establishing allomorphic and isomorphic features of this or that subgenre conceptualization within British and Ukrainian ethnic communities.

RESULTS AND DISCUSSION

The psychological dictionary presents the term **argument** as follows: *an excited emotional verbal exchange between two or more people who differ about something* [5]. In an argument interlocutors tend to both defend their own position and eliminate that one of the opponent to establish the only true point of view on the disputable issue. Taking into consideration the other linguistic sources devoted to this subject matter, we define the term under analysis as *a genre of dialogue in which the opponent tries to uphold in a well-reasoned manner one’s viewpoint on the discussed problem refuting the proponent’s proofs* [9, 110–112; 7, 567; 4, 42]. Similarly, argument is presented in the British and Ukrainian lexicography practices reflecting the collective ideas of such a type of interaction within these ethnic groups: **argument** – *an exchange of diverging or opposite views, typically a heated or angry one* [3] and **суперечка** – *словесне змагання між двома або кількома особами, при якому кожна із сторін обстоює свою думку, правоту* [8]. The differences of meanings are disclosed by the semantic components specifying the types of views / thoughts (‘diverging or opposite views’ and ‘свій / правильний’) and typical (‘typically’) for the ‘exchange’ explication of emotions with negative axiological colouring (‘heated or angry’) peculiar of English. More than that, the meaning of the Ukrainian lexeme demonstrates several allomorphic features of argument conceptualization as, firstly, ‘змагання’ (*a contest*) and, secondly, the number of people mentioned ‘між двома або кількома особами’ (*between two or more persons*).

The analysis of the empirical material testifies to the fact that in present-day English **argument** serves as a synonymic dominant (head) of the synonymic row of such nominative units as *debate, dispute, squabble, quarrel, disagreement,*

clash, brawl, bickering, polemic, contention, disputation, discussion, controversy, altercation, faction, wrangling, etc. [3]; in present-day Ukrainian lexeme **суперечка** is the head of the synonymic row of such units as *сперечання, спір, полеміка, дискусія, незгоди, дебати, диспут, обговорення, суперечки, дебатування, дискутування, etc.* [8].

In this article the focus of our attention is also on the semantic separation of the hyperterms *argument / суперечка* and hypotermes *discussion / дискусія, dispute / диспут, polemics / полеміка, debates / дебати* that are in synonymic relations to each other, denoting vital communicative phenomena of British and Ukrainian ethnic societies.

The term **polemics** (from Greek *polemikos* – *pugnacious, alien*) nominates *the type of argument which presupposes the confrontation of speakers as well as opposition of different thoughts, ideas, views* [9, 111; 6, 89]. Functionally argument and polemics unfold around the basic thesis and dialogue partners aim at asserting their own views upon the issue discussed. *Polemics* as a term is typically used in case the argument tends to have a prolonged character; more than that, it is carried out between people through printed / electronic papers, magazines, journals, social networks or public (i.e. the official format of interaction) oral communication and the positions presented are radically different. Thus, it goes, for instance, about literary or scientific polemics.

The British and Ukrainians conceptualize this type of interaction and reflect it in verbal forms in such a way: *a piece of writing or a speech in which a person argues forcefully for or against someone or something* [2] / *a strong verbal or written attack on someone or something* [3] and *суперечка в пресі, на зборах, диспуті тощо при обговоренні яких-небудь наукових, політичних, літературних і т. ін. питань* [8]. The differential semes in the English meaning are the markers of actual confrontation – ‘1) verbal / a speech or 2) written / a piece of writing attack’ specified by the semantic element ‘forcefully’ / ‘strong’. The Ukrainian meaning contains the components that outline the location of the verbal exchange (‘в пресі, на зборах, диспуті’) and qualitative characteristics of the issues brought up (‘наукових, політичних, літературних’).

Polemics is considered to be an uncomfortable type of argument. The reason is that no postulates of Quantity, Quality, Relevancy, Manner and Politeness are observed in this type of dialogue [1], and that’s exactly the cause of it being the ex-

ample of counter-culture of communication [6, 89]. The high emotional tenseness of the interaction leads to understanding it as “a heated argument.” That’s why the most probable variant of its future development is its conversion into an open confrontation: the opponents hold by their opinions and no synthesis of the views takes place.

Thus, the communicative situation of polemics in both cultures is characterized by the following parameters [10]: 1) the presence of interlocutors: two or more; 2) the character of relations: official; 3) the situation: a contest; 4) the subject: the righteousness of one’s own thoughts; 5) the intention: to be the best or better than the opponent; 6) the aim: to defend one’s viewpoint and become a winner; 7) the way: persuasion with the help of logical means; 8) the means: presentation of personal arguments and proofs; 9) the social sphere of life: science, literature, politics, media, etc.; 10) prolongation in time (and space).

The difference of polemics from discussion lies in different aims of the dialogical genres. **Discussion** (from Latin *discussio* – investigation, review) is a public argument, the aim of which is clarification and collation of different (contrary) points of view in order to find out the truth or for the correct solution of a contradictory issue [6, 89].

If the British understand discussion as giving a problem one’s careful consideration with the aim to reach a decision or ideas communication (‘to reach a decision or to exchange ideas’) [3], Ukrainians put an accent not on the performance but rather on its character (‘широке, публічне, спірне питання’) [8]: cf. the action or process of talking about something in order to reach a decision or to exchange ideas; a conversation or debate about a specific topic and широке публічне обговорення якого-небудь спірного питання; спір, суперечка окремих осіб, співбесідників [8; 3].

Thus, the participants of discussion comparing contrary judgements aspire after coming to one conclusion, finding a basic solution or determining the truth. In contrast to discussion, the aim of polemics is another one: one needs to gain a victory over the opponent, namely to defend and assert one’s position through convincing and clear arguments. That’s why it’s worth mentioning the fact that discussion is a more effective means of persuasion as the interlocutors come to some conclusion on their own [9, 111].

Therefore, the communicative situation of discussion is similarly characterized by the following features [10]: 1) the presence of interlocutors: two or more; 2) the character of relations: official; 3) the situation: a contest; 4) the subject: the righteousness of one’s own thoughts; 5) the intention: the search for the problem solution and compromise; 6) the aim: to reveal or find out the truth; 7) the way: persuasion with the help of logical means; 8) the means: verbal presentation of arguments and proofs; 9) the social sphere of life: science, gatherings, media, etc.; 10) a standing order: time-limits and regulations of speeches of equal participants by the moderator or master of ceremonies.

Debates (French *debats*, from *debatre* – to argue) is a kind of argument, an exchange of thoughts that starts on finishing a problematic presentation (report, statement, account at the gathering or conference) [6, 89], occasionally covered by mass media.

In English and Ukrainian, the meanings of the lexemes *debate* and *дебату* coincide in the archiseme ‘дискусія; обговорення питання’, cf., *debate* – a formal discussion on a particular matter in a public meeting or legislative assembly, in which opposing arguments are put forward and which usually ends with a vote [3] and *дебату* – обговорення якого-небудь питання, обмін думками; суперечки, дискусії [8]. If isomorphic semes are ‘opposing arguments are put forward’ and ‘суперечки, дискусії’, then the allomorphic features are revealed in a number of semantic parameters of the unit *debate*: ‘formal’, ‘in a public meeting or legislative assembly’ and ‘(ending) in a vote’. Thus, the English semantic structure of the lexeme is more detailed and profound in its “debates description”.

The following structural parameters constitute the communicative situation of *debates* common for the cultures viewed in the paper [10]: 1) the presence of interlocutors: two or more, including the master of ceremonies and audience; 2) the character of relations: official; 3) the situation: an exchange of thoughts as a reaction to the speech produced by one of the participants; 4) the subject: the righteousness of the thought; 5) the intention: to specify and to deepen information on the issue; 6) the aim: the truth and clearance of the point; 7) the way: persuasion with the help of logical means; 8) the means: personal arguments and proofs; 9) the social sphere of life: business, science, politics, media, etc.; 10) a set of rules as

for the time and speech limits of the equal participants of argument, regulated by the moderator.

Debaters should stick to the suggested ethnically specific rules of conduct, as well as the time limits of different stages of the debates specified by its format and given by the moderator. Debates are conducted either in the presence of audience or not.

Dispute (Latin *disputare* – to consider, to argue) – typically covered by mass media public argument about socially or scientifically vital issues conducted by a wide range of experts [9, 111; 6, 89]. In the English dictionaries dispute is revealed as some verbal disagreement: *an argument or disagreement, especially an official one between, for example, workers and employers or two countries with a common border* [2; 3]. The academic Ukrainian lexicographic source presents *dispute* as *публічний спір на наукову, літературну і т. ін. тему* (public argument about scientific, literary issue) [8]. Thus, there is a difference in the second functioning archiseme ‘disagreement’ (‘непогодження’), and differential semes of quality (‘an official’ vs ‘публічний; на наукову, літературну тему’). Besides, the British specify the sides of confrontation: ‘workers and employers or two countries with a common border’.

Dispute doesn’t presuppose the actualization of contrary thoughts. In this dialogue the uncertainty of participants comes out as a result of which versatile thoughts as for the issue discussed are produced and a range of common viewpoints rise. Dispute doesn’t lead to practical conclusions. For the complexity of the problem there is no definite final solution, the situation typical for the collective talks of moral, political, scientific, literary, professional character [10].

The communicative situation of dispute in both cultures possesses the following parameters [10]: 1) the presence of interlocutors: two and more; 2) the character of relations: official; 3) the situation: a contest; 4) the subject: the idea; 5) the intention: to participate; 6) the aim: to present one’s own point of view; 7) the way: to express one’s ideas, evaluation; 8) the means: arguments and proofs; 9) the social sphere of life: science, literature, social life, etc.; 10) time limits; 11) the presence of the master of ceremonies and audience; 12) the previous preparation for the event.

CONCLUSIONS

Argument as a kind of dialogue is a communication process that similarly finds its verbal embodiment in present-day English and Ukrainian languages. Nevertheless, the nominations *argument* and *суперечка* fix the understanding of argument as a verbal exchange in the British society of today and a verbal contest in the Ukrainian one; one more existing difference is that the British become excited in argument, the fact reflected in the semes *heated* or *angry* (interaction).

The next language specification argument gets in a number of its subgenres. The compared kinds of the genre “argument” generally tend to refer to the cooperative-confrontive type of dialogical communication either spontaneous or organized to solve the problem or presenting the possible ways of its solution. In both cultures argument and polemics are characterized as a means of demonstration of one’s position superior to another, whereas truth cognition or problem solution is carried out in discussion, dispute and debates.

REFERENCES

1. Aristov, S. (2007). Situirovannaya model smeny komunikativnyh roley [Situating model of changing communicative roles]. Retrieved March 10, 2015, from http://studydoc.ru/doc/4091054/situirovannaya-model._-smeny-kommunikativnyh-rolej (in Russian) [Аристов, С. (2007). Ситуированная модель смены коммуникативных ролей. Актуально на 01.03.2015. URL: http://studydoc.ru/doc/4091054/situirovannaya-model._-smeny-kommunikativnyh-rolej].
2. Cambridge Dictionary. (2018). Dispute. Retrieved June 16, 2018, from <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/dispute>

3. English Oxford Living Dictionaries. (2018). English Oxford Living Dictionaries. Retrieved June 16, 2018, from <https://en.oxforddictionaries.com>
4. Formanovskaya, N. (2002). Rechevoe obshchenie: komunikativno-pragmaticheskiy podhod [Verbal communication: communicative and pragmatic approach]. Moscow: Russkiy Yazyk (in Russian) [Формановская, Н. (2002). *Речевое общение: коммуникативно-прагматический подход*. Москва: Русский язык].
5. Pobirchenko, N. (Ed.). (2007). *Psykholoqichny slovnyk* [Psychological dictionary]. Retrieved from http://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/5980/3/O_Serhieienkova_IL.pdf (in Ukrainian) [Побірченко, Н. (Ред.). (2007). *Психологічний словник*. Актуально на 01.09.2018. URL: http://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/5980/3/O_Serhieienkova_IL.pdf].
6. Saytarli, I. (2007). *Kultura mizhosobystisnyh stosunkiv* [Culture of interpersonal relationships]. Kyiv: Akademiya (in Ukrainian) [Сайтарли, І. (2007). *Культура міжособистісних стосунків*. Київ: Академія].
7. Selivanova, O. (2008). *Suchasna lingvistika: napryamy ta problemy* [Modern Linguistics: Directions and Problems]. Poltava: Dovkillya-K (in Ukrainian) [Селіванова, О. (2008). *Сучасна лінгвістика: напрями та проблеми*. Полтава: Довкілля-К].
8. Slovnyk Ukrainskoyi movy. (2018). *Slovnyk Ukrainskoyi movy* [Dictionary of the Ukrainian language] (11 vol.). Retrieved September 1, 2018, from <http://sum.in.ua> (in Ukrainian) [Словник української мови. (2018). *Словник української мови* (11 томів). Актуально на 01.09.2018. URL: <http://sum.in.ua>].
9. Vlasova, E. (2013). Lingvopragmatika ritoricheskogo ideala v situatsii spora [Linguopragmatics rhetorical ideal in a situation of dispute]. In *Kommunikativnye aspekty sovremennoy lingvistiki i lingvodidaktiki* (pp. 110–116). Volgograd: n. d. (in Russian) [Власова, Е. (2013). Лингвопрагматика риторического идеала в ситуации спора. В *Коммуникативные аспекты современной лингвистики и лингводидактики* (с. 110–116). Волгоград: n. d.].
10. Zhumagulava, B. (2013). *Osobennosti polemicheskogo diskursa* [Features of polemical discourse]. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya*, 7, 142–145 (in Russian) [Жумагулова, Б. (2013). Особенности полемического дискурса. *Успехи современного естествознания*, 7, 142–145].

