

Вестник 



**БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. М. Акмуллы**

Главный редактор:

С.Т. Сагитов,
канд. социол. наук.

Адрес редакции:

450008, РБ, г. Уфа,
ул. Октябрьской революции, 3-а, корп.
1, каб. 305

Редакционная коллегия:

С.А. Гареева,
канд. биол. наук;
С.В. Рябова,
канд. пед. наук;
З.Д. Батталова,
канд. пед. наук.

Тел.: 8 (347) 216-50-15

E-mail: vestnik.bspu@yandex.ru

ISBN 978-5-87978-666-8

© Редакция Вестника БГПУ
им. М. Акмуллы
© Муратов И.М., обложка, 2008

Ответственный редактор:

З.С. Аманбаева.

№ 1(69) 2023

выходит с 2000 года

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Естественно-математические науки

<i>Zalov A.Z., Novruzova N.A., Aliyev S.G.</i> EXTRACTION-SPECTROPHOTOMETRIC STUDY ON THE CHROMIUM (VI)- 2- HYDROXY-5-NITROTHIOPHENOL-HYDROPHOBIC AMINES-WATER- CHLOROFORM SYSTEM	4
<i>Агамалиева Д.Б., Мамедова Н.М.</i> ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ ХЛОПКОВОГО МАСЛА	13
<i>Алиева А.В., Пашаева З.Н.</i> ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ПРИСУТСТВИИ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ	19
<i>Алиева С.Т.</i> ПОЛУЧЕНИЕ МОНО- И ДИЭФИРОВ МАЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ ЭТЕРИФИКАЦИЕЙ МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА	30
<i>Асадова Р.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ	37
<i>Астанова А.Д.</i> ОСНОВАНИЯ МАННИХА В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ	45
<i>Баймурзина Б.Ж., Тарасовская Н.Е., Суханова НВ.</i> ПРЯНЫЕ ДИКОРАСТУЩИЕ РАСТЕНИЯ ПАВЛОДАРСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ	61
<i>Вализаде Л.Г., Магеррамова Л.М., Сулейманова Э.И.</i> К МЕТОДАМ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ АРОМАТИКОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЯХ	66
<i>Гаджиева Г.Э., Мамедова Н.М.</i> ПРОИЗВОДНЫЕ ПАЛЬМОВОГО МАСЛА В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ	72
<i>Гурбанова Ф.С., Магеррамова Л.М., Сулейманова Э.И.</i> ДЕАРОМАТИЗАЦИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ НЕФТИ	79
<i>Джафаров И.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВАНИЙ МАННИХА В КАЧЕСТВЕ АНТИОКСИДАНТОВ	87
<i>Резванов Е.Р., Сафиуллина Л.М.</i> ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНОГО ГИДРОГЕЛЯ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН БАКЛАЖАНА (<i>SOLANUM MELONGENA</i>) НА ГЛИНЯНОМ СУБСТРАТЕ	92
<i>Сафарова И.Р., Ибрагимова М.Дж., Махмудова Э.Г., Дж.Г. Исмаилова</i> СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ТЕТРАЦИКЛИЧЕСКИХ ЭФИРОВ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ	98

<i>Шакенева Д.К.-К., Баймурзина Б.Ж., Суханова Н.В.</i>	106
КОНЦЕНТРАЦИЯ АЗОТА В <i>LYTHRUM SALICARIA</i> BLUSH ВО ВЗАИМОСВЯЗИ С ФАКТОРАМИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	

Гуманитарные науки

<i>Калинин К.А.</i>	109
АССОЦИАТИВНЫЙ АНАЛИЗ РАССКАЗА И. БУНИНА «КАВКАЗ» ПОСРЕДСТВОМ ЧТЕНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ТЕКСТА С ОСТАНОВКАМИ	

Психолого-педагогические науки

<i>Ганиева А.Ф.</i>	114
РОЛЬ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ ПО СОПРОВОЖДЕНИЮ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ	

<i>Гладышева М.С., Сотникова Е.А.</i>	121
ИЗУЧЕНИЕ ИМЕН СОБСТВЕННЫХ НА УРОКАХ РУССКОГО ЯЗЫКА В 5 КЛАССЕ	

<i>Магалимова А.Р., Нафикова А.Р.</i>	129
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ VR-РАЗРАБОТКИ VARWIN EDUCATION В ОБУЧЕНИИ ИНФОРМАТИКЕ	

<i>Тагариева И.Р. Фатхулова Д.Р.</i>	134
ЦИФРОВОЕ НАСТАВНИЧЕСТВО В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ	

<i>Трушакова Н.Ю., Амирова Л.А.</i>	139
КОУЧИНГ КАК ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОРГАНИЗАЦИИ	

СЛОВО – МОЛОДЫМ ИССЛЕДОВАТЕЛЯМ

<i>Габдрахманов А.Р., Габдрахманова А.В.</i>	146
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПЕРСОНАЛА В ОРГАНИЗАЦИИ	
<i>Гайнетдинова В.Г.</i>	153
ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОРЫ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ДЕНДРОПАРКА НЕПЕЙЦЕВСКИЙ (г. УФЫ)	

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Общие положения	159
Рекомендуемая структура публикаций	160
Требования к текстовой части статьи	165
Образцы оформления ссылок на литературу	166

UOT 543.552.054.78.77

Ali Z. Zalov¹, Nazani A. Novruzova¹, Sultan G. Aliyev²

¹*Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan*

²*Azerbaijan State University of Oil and Industrial, Baku, Azerbaijan*

Corresponding author: Ali Z. Zalov, zalov1966@mail.ru

**EXTRACTION-SPECTROPHOTOMETRIC STUDY
ON THE CHROMIUM (VI)- 2-HYDROXY-5-NITROTHIOPHENOL-HYDROPHOBIC
AMINES-WATER-CHLOROFORM SYSTEM**

Annotation. The present work is devoted to the study of the conditions for the interaction of chromium (VI) with 2-hydroxy-5-nitrothiophenol. In the presence of hydrophobic amines, these compounds are extracted into the organic phase in the form of a mixed-ligand complexes. It was found that the spectrophotometric characteristics of mixed-ligand complexes Cr (VI) and Cr (III) are identical, that is, in interaction with 2-hydroxy-5-nitrothiophenol, Cr (VI) were reduced to Cr (III). The proposed method under the already established optimum conditions was applied for the determination of Cr (III) in alloys, in sewage water and Bottom sediments and in soils.

Keywords: chromium, 2-hydroxy-5-nitrothiophenol, mixed-ligand complexes, extraction - photometric method

Али З. Залов¹, Назани А. Новрузова², Султан Г. Алиев³

¹*Азербайджанский государственный педагогический университет, Баку, Азербайджан*

²*Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан*

Автор, ответственный за переписку: Али З. Залов, zalov1966@mail.ru

**ЭКСТРАКЦИОННО-СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
В СИСТЕМЕ ХРОМ (VI)- 2-ГИДРОКСИ-5-НИТРОТИОФЕНОЛ-
ГИДРОФОБНЫЕ АМИНЫ-ВОДА-ХЛОРОФОРМ**

Аннотация. Настоящая работа посвящена изучению условий взаимодействия хрома (VI) с 2-гидрокси-5-нитротиофенолом. В присутствии гидрофобных аминов эти соединения экстрагируются в органическую фазу в виде разнолигандных комплексов. Установлено, что спектрофотометрические характеристики разнолигандных комплексов Cr (VI) и Cr (III) идентичны, т. е. при взаимодействии с 2-гидрокси-5-нитротиофенолом Cr (VI) восстанавливаются до Cr (III). Предложенный метод при уже установленных оптимальных условиях был применен для определения Cr (III) в сплавах, в сточных водах и донных отложениях, а также в почвах.

Ключевые слова: хром, 2-гидрокси-5-нитротиофенол, разнолигандные комплексы, экстракционно-фотометрический метод

Introduction

Chromium is one of the toxic metals. Chromium (VI) compounds, which are among the most dangerous pollutants of natural objects, have the most dangerous carcinogenic effect [1]. In this regard, in modern practical chemical analysis, it becomes necessary to determine this pollutant

element [2]. Drinking, natural and technical waters require special control, the chromium content of which is strictly regulated. To assess the content of toxic components in various environmental objects, methods based on the determination of elements with organic reagents are promising and are being actively developed.

The interaction of chromium(VI) with 1,5-diphenylcarbazine immobilized in a transparent polymethacrylate matrix was studied. The optimal conditions for the interaction of a metal with a reagent in the solid phase were found [3].

A method has been developed for photometric determination in solutions of Cr(III) and Fe(III) with simultaneous presence. The method is based on the difference between the electronic spectra of Cr(III) and Fe(III) complexes with Na₂EDTA. The optimal conditions for carrying out the reaction and the metrological characteristics of the method were determined. The iron cation complex is formed at the moment of mixing the solutions. Complexation of the Cr(III) cation occurs slowly at room temperature. The results of the reaction are well repeated, the coefficient of variation does not exceed 1.4% [4].

Mixed-ligand complexes (MLCs) of chromium (VI) with *o*-hydroxythiophenols (HTPD) and its derivatives [2-hydroxy-5-chlorothiophenol, 2-hydroxy-5-bromothiophenol and 2-hydroxy-5-iodothiophenol] in the presence of hydrophobic amines studied by spectrophotometric method. It has been established that mixed-ligand complexes are formed in a slightly acidic medium (pH 3.0–5.0). It has been established that the optimal concentration of HTPD and Am for complexation is 1.0×10^{-3} M and 1.12×10^{-3} M, respectively. The maximum absorption of light is observed at 475–488 nm. The calculated molar absorption coefficients (ϵ_{\max}) belong to the interval $(2,92 - 3,28) \times 10^4$.

A linear calibration plot plotted between absorbance and metal ion concentration shows that Cr(III) can be determined in the range of 0,5–16 µg/ml. Extraction-photometric methods for the determination of chromium have been developed. The proposed method is successfully used to determine the amount of chromium in alloys and soil [5].

This work is devoted to the study of the conditions for the interaction of chromium (VI) with 2-hydroxy-5-nitrothiophenol (HNTP). In the presence of hydrophobic amines (Am), these compounds are extracted into the organic phase as MLCs. Of the hydrophobic amines (Am), N,N-dimethylaminomethyl-4-methylphenol (Am₁) and N,N-dimethylaminomethyl-4-ethylphenol (Am₂) were used.

Experimental

Reagents and apparatus. A solution of Chromium (VI) (1 µg/ml) was made by dissolving (0.1935 g) of K₂Cr₂O₇ (pure for analysis) in 1000 ml of water. Concentration of solution of chromium was established gravimetric [6]. Working solution with concentration of 0,1 mg/ml was prepared by dilution of stock with deionized water.

HNTP were synthesized according to the procedure [7]. HNTP their purity was verified by paper chromatography and melting point determination. Solutions of HNTP and Am in chloroform (0.01M) were used. As an ekstragent the cleared chloroform was applied.

The ionic force of solutions was supported a constant ($\mu = 0.1$) introduction of the calculated quantity of KCl. To create the optimal acidity, 1M solutions of KOH and HCl were used.

The absorbance of the extracts was measured using a KFK-2 photocolormeter and an SF-26 spectrophotometer; the equilibrium value of the pH of aqueous phase was measured using a I-120.2 potentiometer with a glass electrode. All measurements was carried out at $20 \pm 5^\circ$ C.

Studies on the oxidation state of chromium (VI). It is known that *o*-hydroxythiophenols have reducing properties in an acidic environment [5, 8–12]. To determine the oxidation state chromium in MLC, we conducted two series experiments. In the first series, we used Cr (VI), and in the second series we used Cr (III), obtained by adding an additional reducing agent (SnCl₂ or KI). Was found that the spectrophotometric characteristics of MLC Cr (VI) and Cr (III) were identical, that is, in interaction with HNTP, Cr (VI) were reduced to Cr (III).

General procedure for the determination of chromium (III). Portions of stock solutions of chromium (III) varying from 0.1 to 1.0 ml with a 0.1ml step, a 2.2 ml portion of a 0.01 M

solution of HNTP, and a 2.5 ml portion of a 0.01M solution of Am were placed in to calibrated test tubes with ground-glass stoppers (the volume of the organic phase was 5 ml). The required value of pH was adjusted by adding 1M HCl. The volume of the aqueous phase was increased to 20 ml using distilled water. In 15 minnute after the complete separation of the phases, the organic phase was separated from the aqueous phase and the absorbance of the extracts was measured on KFK-2 at room temperature and 440 nm ($l=0.5\text{cm}$).

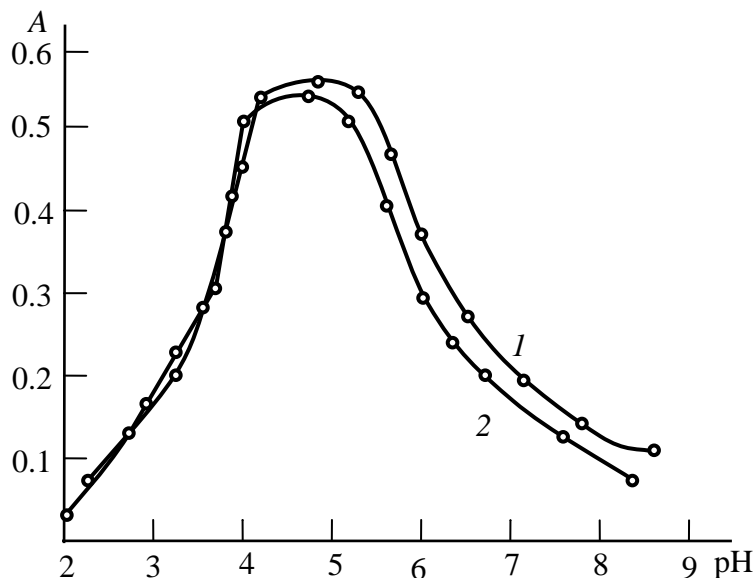
Charge of complexes. Experiments on electromigration in a U-tube and sorption on EDE-10P, anion exchangers demonstrated anionic character of single use, ligands, at studying the electromigration of complexes, it was found that the complexes of chromium (VI) red binary o-hydroxythiophenolate are transferred to the cathode. When the charge sign of complexes with one ligand was determined by ion chromatography, the anion exchange EDE-10P completely absorbed the colored component of the solution. When hydrophobic amines (Am) were introduced into the system, extraction of these compounds in the organic phase as a complex of MLC was observed. Among the hydrophobic amines, N,N-dimethylaminomethyl -4-methylphenol (Am_1) and N, N-dimethylaminomethyl-4-ethylphenol (Am_2) were used. On the basis of the data obtained, new selective and highly sensitive prospectuses were developed for extraction-spectrophotometric determination of a small amount of chromium in alloys of different varieties, soils and water.

Results and discussion

The choice of the extractant. For the extraction of complexes we used CH_3Cl , $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$, CCl_4 , C_6H_6 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3$, xylol, *iso*-butanol, *iso*-pentanol, ethyl oxide, *n*-butanol and their mixes. Extractibility of complexes was estimated in coefficient of distribution and extent of extraction. CH_3Cl , $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ and CCl_4 appeared to be the best extractants (97,5-99,2 %). Fast division of layers and the maximum value of molar coefficient of absorption were received at extraction of complexes by chloroform. After a single extraction with CH_3Cl 98.5% of chromium was extracted as an ion associate. Further researches were conducted with CH_3Cl . The concentration of chromium in the organic phase was determined with diphenylcarbazide [13] by photometric measurements after back extraction, while in the aqueous phase it was determined by the difference. Thus basicity of amines has no noticeable impact on conditions and extraction of complexes.

Influence of the pH of the aqueous phase. The effect of pH on the formation of Cr(III)-HNTP-Am complex was studied, in order to find a suitable pH that can be adopted in the determination of Cr(III) (Table 1, Fig. 1). The absorbance was found to be maximum in the pH range 3,9-5,3. Hence further analytical investigations were carried out in media of pH 4,5. Extraction of Cr (III) enhanced with the increase in the acidity of the initial solution; the further increase in acidity lead to the gradual decrease of recovery, which was obviously associated with a decrease in the concentration of the ionized form of HNTP. Probably, it is present in the solution in the non-dissociated state. At $\text{pH} \geq 8,6$, the complexes were hardly extracted, obviously because of the decrease in the degree of Am protonation. The effect of pH on the intensity of the color reaction is shown in the Fig. 2. Existence of one maximum of absorbance in the specified limits pH confirms the assumption of formation of one complex connection. The nature of acids (HCl , H_2SO_4) almost does not influence a complex formation of chromium with HNTP and Am.

Fig.1. Absorbance of mixed-ligand complexes as a function of the pH of the aqueous phase.



1- Cr(III)-HNTP-Am₁; 2- Cr(III)-HNTP-Am₂

$C_{Cr} = 3.84 \times 10^{-5} M$, $C_{HNTP} = 1.6 \times 10^{-3} M$, $C_{Am} = 1.5 \times 10^{-3} M$, KFK-2, $\lambda = 440 nm$, $l = 0.5 cm$.

Electronic absorption spectra. The absorption maxima (λ_{max}) of the ternary Cr(III)-HNTP-Am complexes lie in the range of 465-470 nm (Table 1). All colour reactions were very contrast since the initial solutions are colourless (λ_{max} (HNTP) = 280 nm). Thus, bathochromic shift makes 185-190 nm. Close values of maxima of light absorption allow to draw a conclusion that the formed complexes were ionic associates. Contrast of reactions was high: initial reagents - are colourless, and complexes - are intensively painted. Molar coefficients of absorption make $(2.92-3.28) \times 10^4$.

Optimal operating conditions. In a weakly acidic medium, HNTP reacts with chromium (III) to form a color anionic complex. In the presence of hydrophobic amines, a compound is formed which readily dissolves in chloroform. The maximum absorption of the extracted complex (in 5 ml of chloroform) is achieved when the pH of the aqueous phase is in the range of 4.0-5.3 and the reagent concentrations are $(1.2 - 4.0) \times 10^{-3}$ mol/ml HNTP and $(0.92 - 4.0) \times 10^{-3}$ mol/ml Am. Our experiments are carried out at pH 4.5 in the presence of 1.6×10^{-3} mol/ml HNTP and 1.5×10^{-3} mol/ml at. The volume of the aqueous phase is 20 ml and contains 20 μg of Cr (III). Phase equilibrium is achieved after 90 s, but the extraction is carried out for 3 min in all experiments. Absorption of the workpiece remains constant for 15 minutes.

Stoichiometry of the Complexes and the Mechanism of Complexation. It was found using the Nazarenko method that Cr(III) in the complexes was present in the form of Cr^{3+} . The number of protons replaced by chromium in one HNTP molecule appeared to be one [14]. Starik-Barbanel relative yield method, equilibrium shift method (Fig. 2), crossed lines method and Asmus' methods were employed to elucidate the composition of the complex [15]. The results show that the molar ratio of Cr: HNTP: Am is 1: 3: 3.

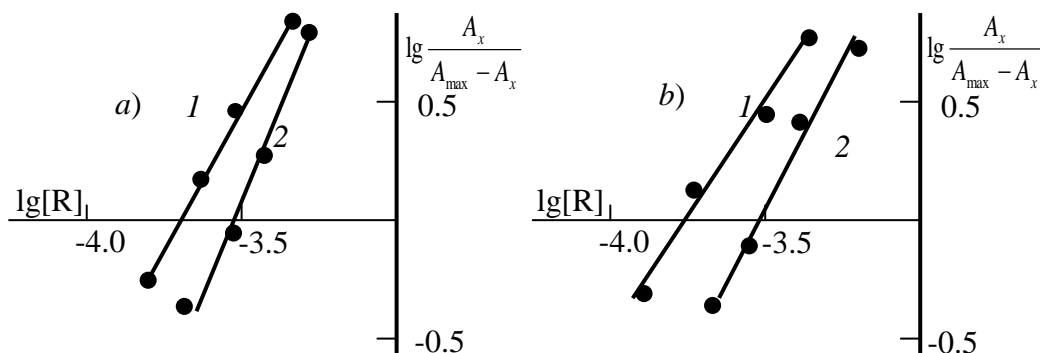
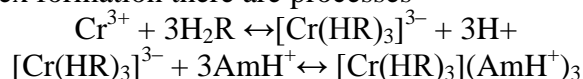


Fig. 2. Determination of the ratio of components by the equilibrium shift method for (a) Cr(III)-HNTP-Am₁ and (b) Cr(III)-HNTP-Am₂.

1. Cr:HNTP; 2. Cr : Am.

Ions of chromium at interaction with three molecules of HNTP (HNTP = H₂R) form three charged anionic complexes, which were extracted with three molecules of protonated Am. The composition of the extractable complexes can be represented by the formula [Cr(HR)₃](AmH⁺)₃. It is assumed that at a complex formation there are processes



The stability constant determined by crossed lines method. The sizes of equilibrium constant K_e calculated on a formula $\lg K_e = \lg D - 2\lg[\text{AmH}^+]$ were presented in table 1.

Calculation of extent of polymerization of complexes was carried out on the equation [16]. The made calculations showed that MLC in an organic phase won't be polymerized and are in a monomeric form ($\gamma=1,04-1,13$).

Formed ion-association complex between anionic chelates of chromium (III) with HNTP and Am. The stability constant of Cr(III)-HNTP-Am complexes was calculated and found to be $\lg\beta = 8,13-10,34$ at room temperature [17].

Influence of various ions. The effect of a diverse set of ions on the determination of chromium (III) with HNTP and Am is studied at pH 4,5 in the presence of 15 μg Cr(III) in 20 mL of an aqueous solution. The following ions (in n -fold excess) do not interfere: Cd (II) (435), Cu (II) (80), Ce (III) (125), Zn (II), Co (II) and HPO_4^{2-} 1200, V (IV,V) and Ni (II) (130), Mo (VI) (10), Fe (II) (40), W (VI) (13), Mn (II) (30), Al (III), (120). The interference in the determination of chromium is caused by U (VI), Nb (V), Re (VII), Ti (IV), NO_3^- , SCN^- , tartrate and urea. Using 1,5 mg F^- and 2×10^{-3} mol/l sulfosalicylic acid as masking agents, let us assume a 125-fold excess of Al and a 10-fold excess of Nb (V). A solution containing 2×10^{-5} mol/ml α, α' -dipyridyl, will mask a 250-fold excess of Cu (II), and 10 mg of HPO_4^{2-} will mask a 30-fold excess of Fe (III) and a 60-fold excess Mg (II). Elements of W, Nb and Si are separated as the corresponding insoluble acids during the dissolution of the sample.

In conclusion the analytical parameters pertaining to the proposed method are given in Table 1.

Table 1

Optical characteristics, precision and accuracy of the spectrophotometric determination of Cr(III) with HNTP and Am

Compound	The pH range of maximum extraction	R, %	λ_{max} (nm)	$\epsilon \cdot 10^{-4}$	γ	$\lg K_e$	$\lg\beta$	Working range, $\mu\text{g/ml}$
Cr- HNTP- Am ₁	4,1-5,3	97,5	470	2,92	1,04	5,40	8,13	0,5-16
Cr- HNTP- Am ₂	3,9-5,2	99,2	465	3,28	1,13	5,69	10,34	0,5-18

Effect of chromium (III) concentration. The adherence to Beer's law was studied by measuring the absorbance value of the series of solutions containing different concentrations of the metal ion. A linear calibration graph drawn between absorbance and the metal ion concentration indicates that Cr(III) may be determined in the range 0,5-18 µg/ml. Table 2 summarizes the calibration characteristics obtained with Cr (III)-HNTP-Am₁ and Cr(III)-HNTP-Am₂.

Table 2

Analytical characteristics of some ternary complexes of Cr with HNTP and Am

Parameter	Cr(III)-HNTP-Am ₁	Cr(III)-HNTP-Am ₂
The equation of calibration curves	$y = 0,012 + 0,253x$	$y = 0,016 + 0,257x$
Correlation coefficient	0,9983	0,9989
Linear calibration range (µg/ml)	0,5-16	0,5-18
Limit of detection (ng/ml)	10	13
Limit of quantification (ng/ml)	33	32
Sandell's sensitivity (ng/ml)	1,9	2,0

Table 3 demonstrates the data which allow a comparison of the analytical parameters of the procedures for the determination of chromium with the earlier known procedures [13, 18-21].

Table 3

Comparative characteristics of the procedures for determining chromium

Reagent*	pH (solvent)	λ , nm	$\epsilon \times 10^{-4}$	Beer's law range, µg/ml	[Ref.]
PAN	0,2-0,8 M HCl (CH ₃ COCH ₃)	390-400	1,28	0,3 – 2,0	[18]
5-Br-DMPAP	0,1-10 M HCl (CHCl ₃)	546	7,8	0,02 – 0,56	[19]
5-Br-PADAP	4,7	600	7,93	0,6 – 15,0	[20]
PAR	4,0-5,0	540	4,7	3,2-13,0	[21]
Cr- HNTP- Am ₁	4,1-5,3 (CHCl ₃)	470	2,92	0,5-16	<i>Proposed method</i>
Cr- HNTP- Am ₂	3,9-5,2 (CHCl ₃)	465	3,28	0,5-18	

*Note: PAN – 1-(2-Pyridylazo)-2-naphthol; 5-Br-DMPAP – 2-(5-bromo-2-pyridylazo)-5-dimethylaminophenol; 5-Br-PADAP – 2-(5-bromo-2-pyridylazo)-5-diethylaminophenol; PAR – 4-(2-pyridylazo)resorcinol; HNTP – 2-hydroxy-5-nitrothiophenol; Am₁ – N, N-dimethylaminomethyl -4-methylphenol; Am₂ – N, N-dimethylaminomethyl -4-ethylphenol.

Analytical applications

The proposed method under the already established optimum conditions was applied for the determination of Cr (III) in alloys, in sewage water and Bottom sediments and in soils.

Determination of chromium (III) in alloys. A 0.4-0.7 g sample of alloys [*Stainless Steel*, (%) (Cr-11-13, C-0.1-0.4, Ni-10, Fe-77), *Ferrochrome*, (%) (Cr – 65, Fe – 35)] was carefully dissolved in 12 ml of H₂SO₄ (1:3). 2 ml of mix (1:3) conc. HCl and HNO₃ was added and heated to release of nitrogen oxides. Filtered insoluble precipitate and a filtrate transferred into a 50 ml volumetric flask. After cooling solution was diluted with water to a tag. Select aliquot portions of the received solution, transfer to a in a separatory funnel, the required value of pH was adjusted by adding 0.1M HCl. 2,2 ml 0,01 M of HNTP and 2.5 mL 0.01M Am was added. The volume of an organic phase adjusted to 5 ml chloroform, and total amount - to 25 ml the distilled water. After 10

min of shaking, a portion of the organic extract was transferred through a filter paper into a cell and the absorbance was read at $\ell=490$ nm against chloroform. The Chromium content was found from a calibration graph. The results are summarized in Table 4.

Table 4

Determination of chromium (III) content in alloys ($n = 5, P = 0.95$)

Method	Sample composition	Average of Cr(III) found (%)	S _r
Cr- HNTP- Am ₁	Stainless Steel	10,99±0,062	0,16
Cr- HNTP- Am ₂	Stainless Steel	10,99±0,062	0,19
Cr- HNTP- Am ₁	Ferrochrome	64,81 ± 0,045	0,12
Cr- HNTP- Am ₂	Ferrochrome	65,02 ± 0,026	0,14

Determination of chromium (III) in soils. The proposed procedures for the determination of Chromium were applied to its determination in light-chestnut soil from the Caspian zone. A 0,5 g weight was finely ground in an agate mortar and calcined in muffle furnace for 3 h. after cooling, the sample was treated and dissolved in an graphite cup in a mixture of 16 ml of conc. HF, 5mL of conc. HNO₃, and 15 ml of conc. HCl at 50-60⁰ C. to remove excess hydrogen fluoride, a 8 ml portion of conc. HNO₃ was added triply to the solution that was each time evaporated to 5-6 ml. After that, the solution was transferred into a 100 mL volumetric flask and its volume was brought to the mark with distilled water. Chromium was determined in aliquot portions of the solution using the proposed procedures.

The proposed procedures for determining chromium in soils were verified by diphenylcarbazide method. The results of the analysis are listed in Table 5 indicate the successful applicability of the proposed method to real sample analysis.

Table 5

Correctness and reproducibility of determination of chromium in soil ($n=5, P=0.95$)

Method	X ⁻ , % ×10 ⁻⁴	SD ×10 ⁻⁴	S ₂	$\bar{X} \pm \frac{t_p \cdot S}{\sqrt{n}}$
<i>Standard method</i>				
Diphenylcarbazide	2,89	0,156	0,6	(2,89±0,027)
<i>Proposed method</i>				
HNTP-Am ₁	2,80	0,123	0,7	(2,80±0,013)
HNTP-Am ₂	2,84	0,139	0,5	(2,84±0,011)

Determination of chromium (III) in sewage water and bottom sediments, 1l taken for analysis of waste water is evaporated to obtain a precipitate, do not boil, The precipitate was dissolved in 5 ml of HNO₃, was transferred to a 50 ml flask and diluted to the mark with water, Chromium was determined in aliquot portions of the solution using the proposed procedures,

The results of the analysis are shown in Table 6, which indicates the successful applicability of the proposed method to the actual analysis of the samples,

Table 6

Determination of chromium (III) in sewage water and bottom sediments ($n=5, P=0.95$)

Analysis object	Added, μg	Found, μg	$\bar{X} \pm \frac{t_p \cdot S}{\sqrt{n}}, \mu g / kg$	S _r
Sewage water				
Sample 1	3,0	3,47	0,47±0,045	0,13
Sample 2	7,0	7,73	0,73±0,013	0,18

Bottom sediments				
Sample 1	3,0	4,60	1,60±0,028	0,29
Sample 2	5,0	6,25	2,25±0,033	0,30

REFERENCES

1. Lavrukina A. K., Yukina L. V. Analytical chemistry of chromium, Moscow: Nauka, – 1979. – 219 p.
2. Fomin G. S. Water. Control of chemical, bacterial and radiation safety according to international standards. Moscow: Protector. – 2010. – 1008 p.
3. Saranchina N. V., Mikheev I. V., Gavrilenko N. A., Gavrilenko M.A. Determination of chromium (VI) using 1,5-diphenylcarbazide immobilized in a polymethacrylate matrix // *Analytics and control*. – 2014. – Vol. 18. – № 1. – pp. 105-111.
4. Kuzyakov N. Yu., Veshnyakov V. A., Khabarov Yu. G. Photometric determination of chromium (III) and iron (III) with using Na₂EDTA // *Butler messages*. – 2017. – Vol. 52. – № 12. – pp. 10-18
5. Zalov A. Z., Mamedova R. K., Novruzova N. A., Mirzaeva M. A., Hasanova N. S., Salahova F. I. Extraction-spectrophotometric study on the chromium (VI)-2-hydroxy-5-bromothiophenol-hydrophobic amines-water-chloroform system and its analytical application // *International Journal of Chemical Studies*. – 2018. – Vol. 6. – № 6. – pp. 1245-1251.
6. Korostelev P. P. Preparation of solutions for chemical analysis works. Moscow: Publishing house of Academy of Sciences of the USSR. – 1964. – 421 p.
7. Kuliev A. M., Aliev S. R., Mamedov F. N., Movsumzade M. Synthesis of 2-aminomethyl- 5-hydroxy alkyl phenols, thiols and their cleavage // *Journal of Organic Chemistry*. – 1976. – Vol. 12. – № 2. – pp. 26-430.
8. Zalov A.Z., Novruzova N.A., Salakhova F.I. Extraction-photometric study of the chromium (VI)-o-hydroxy-5-iodothiophenol-aminophenol system // *INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE ON “CURRENT PROBLEMS OF THE CHEMISTRY OF COORDINATION COMPOUNDS”* Bukhara. Uzbekistan. – 2022. – pp. 263-265.
9. Asgarova Z. G., Zalov A. Z., Rasulov Ch. K. Extraction-photometric method for the determination of nickel (II) in water, oil and petroleum products of Baku // *Processes of petrochemistry and oil refining*. – 2022. – Vol. 23. – № 4. – pp. 402-411.
10. Zalov A. Z., Mammadova Sh.A., Hasanova N.S., Ibrahimova Sh.A. Spectrophotometric study of ternary complexes of Cr (VI) and Co (II) // *Chemical problems*. – 2020. № – 2 (18). – pp 164-172.
11. Zalov A. Z., Gavazov K. B. Extractive spectrophotometric determination of nickel with 2-hydroxy-5-iodothiophenol and diphenylguanidine. *Chemistry Journal*. – 2014. – Vol.4. № 5. – pp 20-25.
12. Zalov A. Z. Extraction-photometric determination of manganese (II) 2 - hydroxy-5-chlorothiophenol and aminophenols in industrial facilities and prorodnyh, Zavodskaya laboratoriya (Factory laboratory). – 2015. – Vol. 81. – № 4. – pp. 17-21.
13. Marczenko Z. and Balcerzak M. Metod'y spektrofotometrii v UF I vidimoy oblasti v neorganicheskom analize. Moskow. Binom. Laboratoriya znaniy. – 2007. – 702 p.
14. Nazarenko V. A., Biryuk E. A. A study of the chemistry of reactions of multivalent element ions with organic reagents // *Journal of Analytical Chemistry*. – 1967. – Vol. 22. – № 13. – pp. 57-64.
15. Bulatov M. I., Kalinkin I. P. *Practicheskoe rukovodstvo po photocolorimetriceskim i spectrophotometriceskim metodam analiza*. Leningrad. – 1976. – 401 p.
16. Akhmedly M. K., Kly'gin. A. E., Ivanova, L. I., and Bashirov. E. A. On the chemistry of interaction of gallium ions with a number of sulphophtaleins // *Journal of Inorganic Chemistry*. – 1974. – Vol.19. – № 8. – pp. 2007 - 2012.

17. Holme A., Langmyhr F. J. A modified and a new straightline method for determining the composition of weak complexes of the form $AmBn$ // *Anal. Chim. Acta.* –1966. – Vol. 36. – № 3. – pp. 383 - 387.
18. Subrahmanyam B., Eshwar M, C. Extractive -spectrophotometric determination of chromium(III) with 1-(2- pyridylazo)-2-naphthol // *Bull. Chem. Soc. Jpn.* –1976. – Vol. 49. – № 4. – pp. 347 - 350.
19. Sheng W. F., Rui Z. Y., Kui S. N. Spectrophotometric determination of microgram amounts of chromium (VI) and total chromium in waste water // *Mikrochim. Acta.* –1982. – Vol. 77. – № 2. – pp. 67 - 72.
20. Zhao Y., Han G. Rapid spectrophotometric determination of chromium (III) // *Talanta.* –1994. – Vol. 419. – № 10. – pp. 1247 - 1251.
21. Yotsuyanagi T. Takeda Y. Yamashita R. Aomura K. The extraction-spectrophotometric determination of chromium (III) with 4-(2-pyridylazo)-resorcinol // *Anal. Chim. Acta.* –1973. – Vol. 67. – № 3. – pp. 297 - 302.

Information about the authors

A.Z. Zalov – doctor of chemical sciences, chief of department of chemistry ASPU;
N.A. Novruzova – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of ASPU;
S.G. Aliyev – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of ASOIU.

Информация об авторах

А.З. Залов – доктор химических наук, заведующий кафедрой химии АГПУ;
Н.А. Новрузова – кандидат химических наук, доцент АГПУ;
С.Г. Алиев – кандидат химических наук, доцент АГУНП.

УДК 547.541.2.

Дурна Бабек кызы Агамалиева¹, Нармин Али гызы Мамедова²

^{1,2}*Институт нефтехимических процессов Национальной академии наук*

Азербайджана, Баку, Азербайджан

^{1,2}*durna.agamaliyeva@mail.ru*

*Автор, ответственный за переписку: Дурна Бабек кызы Агамалиева,
durna.agamaliyeva@mail.ru*

ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ ХЛОПКОВОГО МАСЛА

Абстракт. В представленной работе показаны результаты исследований в области применения функционально замещенных производных хлопкового масла. Отмечено, что соединения, полученные на основе жирных кислот хлопкового масла могут обеспечивать защиту металлических поверхностей от агрессивных химических сред, в частности кислотной, углекислотной и сероводородной коррозии.

Ключевые слова: растительные масла, ингибиторы коррозии, жирные кислоты хлопкового масла, зеленая химия

Durna Babek gizi Agamaliyeva¹, Narmin Ali gizi Mamedova²

^{1,2}*Institute of Petrochemical Processes of the National Academy of Sciences of Azerbaijan,*

Baku, Azerbaijan

^{1,2}*durna.agamaliyeva@mail.ru*

*Corresponding author: Durna Babek gizi Agamaliyeva,
durna.agamaliyeva@mail.ru*

CORROSION INHIBITORS BASED ON COTTONSEED OIL

Abstract. The presented work shows the results of research in the field of application of functionally substituted derivatives of cottonseed oil. It is noted that compounds derived from fatty acids of cottonseed oil can protect metal surfaces from aggressive chemical environments, in particular acid, carbon dioxide and hydrogen sulfide corrosion.

Keywords: vegetable oils, corrosion inhibitors, cottonseed oil fatty acids, green chemistry

Применение ингибиторов зеленой коррозии, которые снижают скорость коррозии до соответствующего уровня с минимальным воздействием на окружающую среду, является одним из новых ключевых подходов к борьбе с коррозией в современном обществе [1]. С точки зрения совместимости с окружающей средой эта область исследований претерпевает значительные изменения. В настоящее время из-за растущей экологической осведомленности ингибиторы коррозии подлежат строгим ограничениям и правилам, применяемым природоохранными агентствами в ряде стран. Согласно этим требованиям, эти химические вещества должны быть экологически приемлемыми и безопасными. В свете этого в последние годы были предприняты интенсивные исследования, направленные на разработку ингибиторов зеленой коррозии из растительных экстрактов. Доступность, недорогие, биоразлагаемые и безопасные вещества делают эти вещества многообещающими альтернативами опасным традиционным ингибиторам коррозии. Цель этой обзорной статьи состоит в том, чтобы кратко обобщить подборку недавних работ по использованию растительных экстрактов в качестве устойчивых и зеленых ингибиторов коррозии. Кроме того, обсуждались преимущества и недостатки использования этих веществ для защиты металлов.

Строгое экологическое законодательство и растущая экологическая осведомленность среди ученых привели к разработке «зеленых» альтернатив для смягчения коррозии. В работе [2] был проведен обзор литературы по ингибиторам зеленой коррозии, и были выделены характерные особенности. Среди исследованных листьев экстракт *Andrographis paniculata* показал лучшую эффективность ингибирования (98%), чем экстракт других листьев. *Strychnos nuxvomica* показал лучшее ингибирование (98%), чем другие экстракты семян. *Moringa oleifera* показана как хороший ингибитор коррозии мягкой стали в 1М HCl с эффективностью ингибирования 98% среди исследованных фруктовых экстрактов. *Vasopa tonnieri* показала, что ее максимальная эффективность ингибирования составляет 95% при 600 ppm среди исследованных экстрактов стебля. Было обнаружено, что все указанные растительные экстракты ингибируют коррозию мягкой стали в кислой среде.

Использование ингибиторов коррозии является экономически эффективной стратегией уменьшения коррозии углеродистой стали [3]. Все больше внимания уделяется разработке и использованию недорогих, биоразлагаемых и экологически безопасных составов ингибиторов. Экстракты на растительной основе оценивались во многих исследованиях с использованием множества электрохимических методов и методов характеристики. Хотя растительные экстракты кажутся многообещающими альтернативами коммерчески синтезируемым ингибиторам, требуется значительная оптимизация. Большинство исследований растительных экстрактов не выясняют влияние других синергетических комбинаций в коммерческих составах ингибиторов. Поэтому дальнейшее развитие растительных экстрактов в качестве ингибиторов коррозии представляет значительный интерес.

В статье [4] исследователи рассмотрели использование ингибиторов зеленой коррозии на основе растительных экстрактов для смягчения коррозии углеродистой стали. В обзоре также обсуждалась их эффективность в предотвращении коррозии, вызванной H₂SO₄, HCl и CO₂.

Таким образом, на современном этапе весьма перспективным является разработка новых ингибиторов коррозии на основе производных растительных масел. В этой работе нами показаны результаты исследований в области применения хлопкового масла и его функционально замещенных производных в качестве ингибиторов коррозии.

Так, в работе [5] сообщается, что одним из эффективных методов повышения нефтеотдачи пластов является закачка в пласт углекислого газа. Углекислота, образующаяся при растворении CO₂ в воде, растворяет некоторые виды цемента и пластовых пород и повышает их проходимость. В присутствии CO₂ снижается набухаемость глинистых частиц. Углекислый газ растворяется в масле в 4-10 раз лучше, чем в воде, поэтому может переходить из водного раствора в масло. При переходе интерфейс напряжение между ними значительно снижается, а перемещение увеличивается. Кроме того, углекислый газ в воде способствует смыву нефтяной пленки, покрывающей зерна и породы, и снижает вероятность разрыва водяной пленки. При этом капли нефти при низком межфазном натяжении свободно проходят в поровом канале и относительная проницаемость нефти увеличивается. При растворении CO₂ в нефти вязкость нефти уменьшается, плотность увеличивается, но значительно увеличивается объем: масло набухает (*sui generis*). Увеличение объема нефти в 1,5-1,7 раза за счет растворения в ней CO₂ вносит значительный вклад в повышение нефтеотдачи пласта при разработке месторождений, содержащих маловязкие нефти. Хотя, наряду с перечисленными достоинствами, использование углекислого газа способствует интенсификации коррозионного процесса деталей, металлической поверхности, поэтому необходимо использовать соответствующие ингибиторы коррозии. В этом случае приемлемо использование поверхностно-активных веществ, обладающих низкой токсичностью, высокой молекулярной массой и гидрофобностью. В этой работе в качестве антикоррозионных добавок предложены модифицированные жирные кислоты растительных масел (подсолнечное и хлопковое). Для этого растительные масла сначала омыляли с

последующим сульфированием полученных жирных кислот. Затем были получены натриевые соли и моноэтаноламиновые комплексы сульфопроизводных жирных кислот. На аппарате ACM GILL AC с использованием электродов из углеродистой стали марки 080A15 площадью 7,9 см² изучены антикоррозионные свойства полученных производных подсолнечного и хлопкового масел. Защитные действия синтезированных соединений исследовали в СО₂-насыщенном фоновом растворе 1% NaCl, приготовленного растворением химически чистого NaCl в дистиллированной воде и с добавлением к этому раствору 25-100 ppm синтезированных ингибиторов при 50°C. Показано, что синтезированные ингибиторы коррозии обеспечивают эффективную защиту поверхности стали уже при концентрации ингибитора 25-50 ppm. Кроме того, моноэтаноламиновые комплексы сульфопроизводных жирных кислот на основе подсолнечное и хлопковое масло оказались более эффективными ингибиторами процесса коррозии стальных электродов, чем натриевые соли. Установлено, что для ингибиторов на основе подсолнечного масла с концентрацией 25 ppm эффективность торможения коррозии составляет 94,2-96,0%, в этой же концентрации значение эффективности торможения для ингибиторов на основе хлопкового масла меньше на 7,8% и составляет 86,4-88,2%.

В работе [6] изучены коллоидно-химические параметры, поверхностно-активные свойства, включая межфазное натяжение солей Na⁺, K⁺, NH⁴⁺, NH³⁺-CH₂-CH₂-OH и NH²⁺-(CH₂-CH₂-OH)₂ сульфатных производных этаноламидов высших карбоновых кислот. Эти ПАВ исследованы также в качестве ингибиторов сероводородной коррозии, нефтесборных и нефтесборных реагентов. Результаты показали, что комплексные соли могут быть использованы в качестве эффективных ингибиторов коррозии и реагентов для удаления нефтяных пленок с водной поверхности.

Отмечается [7], что в связи с неуклонным ухудшением экологической ситуации во всем мире возрос интерес к практическому использованию продуктов растительного происхождения, в частности добавок к буровым растворам с улучшенными коррозионными и трибологическими свойствами. В работе предложен принцип получения защитной добавки коррозионно-смазывающего действия для буровых растворов. Наилучший состав композиции – 3% добавка модифицированной смолы + 0,1% бактерицидный ингибитор коррозии. По результатам исследований доказано, что антикоррозионная присадка экологически безопасна и биоразлагаема.

Работа [8] направлена на изучение водного экстракта семян хлопчатника в качестве естественного ингибитора коррозии мягкой стали в 1 моль/л HCl с использованием гравиметрических тестов, потенциодинамических поляризационных кривых, измерений электрохимического импеданса и морфологического анализа поверхности с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Водный экстракт семян хлопка действовал как хороший ингибитор коррозии, достигая эффективности ингибирования 95,7% после 24 часов погружения при концентрации ингибитора 800 мг/л. При гравиметрических испытаниях при изменении температуры наблюдалось снижение энергии активации (E_a), что свидетельствовало о химической адсорбции на поверхности металла. 400 мг/л высокомолекулярной фракции, выделенной из общего экстракта, показали эффективность ингибирования, равную 800 мг/л всего экстракта, 97,3% и 94,2% по данным электрохимического импеданса и поляризационных кривых соответственно, что позволяет предположить, что макромолекулы представляют фундаментальное участие в тормозном процессе.

Способность новых синтезированных анионных поверхностно-активных веществ на основе хлопкового масла защищать углеродистую сталь в растворах, насыщенных СО₂, была исследована с помощью измерений скорости линейной поляризационной коррозии, потери массы и поверхностного натяжения [9]. Экспериментальные результаты показали, что эти ингибиторы показали очень хорошее ингибирование коррозии даже при низких концентрациях. Эффективность ингибирования в процентах (IE %) увеличивается при

увеличении концентрации ингибитора. Процесс ингибирования связывают с образованием на поверхности металла адсорбционной пленки, защищающей металл от агрессивных агентов. Установлено, что адсорбция ингибиторов на поверхности углеродистой стали подчиняется изотерме адсорбции Ленгмюра. Изменение значений свободной энергии указывает на то, что адсорбция носит химический характер. Формирование защитной пленки на поверхности металла исследовано с помощью FTIR.

В работе [10] на основе хлопкового масла и диэтаноламина синтезированы новые поверхностно-активные вещества, структура которых подтверждена методом ИК-Фурье-спектроскопии. Исследованы поверхностные и термодинамические свойства этих соединений. Коррозионное поведение синтезированных поверхностно-активных ингибиторов коррозии оценивали с использованием потенциодинамических (тафелевских) поляризационных кривых, методов линейной поляризации сопротивления скорости коррозии. Экспериментальные результаты показали, что эти ингибиторы показали очень хорошее ингибирование коррозии даже при низких концентрациях. Эффективность защиты увеличивалась с увеличением концентрации ингибитора, достигая максимальных значений в диапазоне от 87,37 до 97,91 % при 100 ppm после 20-часового воздействия. Установлено, что процесс адсорбции подчиняется изотерме адсорбции Ленгмюра.

В наших работах были приготовлены композиции на основе имидазолинов жирных кислот пальмового масла с добавлением кислых солей кислот пальмового масла (Co, Zn, Cu, Fe, Mn, Cr, Ni, Ca) с полиэтиленполиамином ПЭПА в мольном соотношении 1:1 и испытаны их антикоррозионные свойства и защитный коррозионный эффект в составе турбинного масла Т-30. Результаты испытаний представлены в табл. 1

Таблица 1. Результаты испытаний композиций, полученных добавлением солей металлов кислот пальмового масла и производных имидазолина в турбинное масло Т-30 в различных концентрациях

Код композиции	Защитный коррозионный эффект, сутки		
	В гидрокамере "Т-4"	В морской воде	В 0.001%-ном растворе H ₂ SO ₄
Турбинное масло Т-30	37	19	14
Х-232	97	55	48
Х-233	94	52	44
Х-234	128	73	64
Х-235	69	37	28
Х-236	55	30	22
Х-237	111	68	52
Х-238	50	27	20
Х-243	108	60	49
Х-244	113	68	56
Х-245	133	74	68
Х-246	100	60	50
Х-239	170	81	75
Х-240	134	71	66
Х-241	176	89	78
Х-242	163	78	67
Х-251	138	71	63
Х-252	154	80	72
Х-253	163	88	75
Х-254	127	67	54
Х-247	117	69	59

X-248	111	69	57
X-249	107	65	53
X-250	118	70	64
X-255	89	50	40
X-256	104	58	48
X-257	119	61	53
X-258	178	86	78
X-259	116	69	55
X-260	150	79	65
X-261	159	81	73
X-262	131	77	67

Как видно из табл. 1, композиция X-233 (турбинное масло Т-30 + производное на основе кислот пальмового масла и имидазолина на основе ПЭПА + Zn соль кислот пальмового масла в концентрации 90%+9%+1%) проявляет защитный коррозионный эффект в гидрокамере “Г-4” в течение 94 суток, в морской воде - 52 суток, в 0.001%-ном растворе H₂SO₄ - 44 дня. Композиция X-234 (турбинное масло Т-30 + производное на основе кислот пальмового масла и имидазолина на основе ПЭПА + Zn соль кислот пальмового масла в концентрации 90%+1%+9%) проявляет защитный коррозионный эффект в гидрокамере “Г-4” в течение 128 дней, в морской воде 73 дней, в 0.001%-ном растворе H₂SO₄ - 64 дней.

Установлено, что композиции X-238, X-246, X-242, X-254 (Т-30 турбинное масло + производное на основе кислот пальмового масла и имидазолина на основе ПЭПА + Cu, Ni, Co, Ca соли кислот пальмового масла при концентрации 90%+9%+1%) проявляют защитный коррозионный эффект в гидрокамере “Г-4” соответственно в течение 50, 100, 163, 127 дней, в морской воде – соответственно 27, 60, 78, 67 дней, в 0.001%-ном растворе H₂SO₄ соответственно 20, 50, 67, 54 дней, композиции X-237, X-245, X-241, X-253 (Т-30 турбинное масло + производное на основе кислот пальмового масла и имидазолина на основе ПЭПА + Cu, Ni, Co, Ca соли кислот пальмового масла при концентрации 90%+1%+9%) в гидрокамере “Г-4” проявляют защитный эффект в течение 111, 133, 176, 163 дней, в морской воде - 68, 74, 89, 88 дней, в 0.001%-ном растворе H₂SO₄ соответственно 52, 68, 78, 75 дней.

Композиции X-249, X-250 (Т-30 турбинное масло + производное на основе кислот пальмового масла и имидазолина на основе ПЭПА + Mn соль кислот пальмового масла при концентрации 90%+1%+9%) проявляют защитный коррозионный эффект в гидрокамере “Г-4” в течение 107, 118 дней, в морской воде - 65, 70 дней, в 0.001%-ном растворе H₂SO₄ - 53, 64 дней.

Установлено, что композиция X-257 (Т-30 турбинное масло + производное на основе кислот пальмового масла и имидазолина на основе ПЭПА + Fe соль при концентрации 90%+9%+1%) проявляет защитный коррозионный эффект в гидрокамере 119 дней, в морской воде 61 день, в 0.001%-ном растворе H₂SO₄ 53 дня, а композиция X-258 (Т-30 турбинное масло + производное на основе кислот пальмового масла и имидазолина на основе ПЭПА + Fe соль при концентрации 90%+1%+9%) проявляют эффект защиты металла в гидрокамере течение 178 дней, в морской воде - 86 дней, в 0.001%-ном растворе H₂SO₄ – 78 дней.

Композиция X-259 (Т-30 турбинное масло + производное на основе кислот пальмового масла и имидазолина на основе ПЭПА + Cr соль при концентрации 90%+9%+1%) имеет защитный эффект в гидрокамере в течение 116 дней, в морской воде - 69 дней, в растворе 0.001% H₂SO₄ - 55 дней, а композиция X-261 (Т-30 турбинное масло + производное на основе кислот пальмового масла и имидазолина на основе ПЭПА + Fe соль при концентрации 90%+1%+9%) имеет защитный эффект в гидрокамере в течение 159 дней, в морской воде – 81 день, в 0.001%-ном растворе H₂SO₄ - 73 дня.

Таким образом, полученные комплексы на основе кислот пальмового масла, как показали проведенные испытания, обладают высокой антикоррозионной активностью и могут быть предложены в качестве новых ингибиторов кислотной коррозии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Zakeri A., Bahmani E., Sabour A., Aghdam R. Plant extracts as sustainable and green corrosion inhibitors for protection of ferrous metals in corrosive media: A mini review // Corrosion Communications, 2022, Vol. 5, No 2, pp. 25-38
2. Singh A., Ebenso E., Quraishi M.A. Corrosion Inhibition of Carbon Steel in HCl Solution by Some Plant Extracts // International Journal of Corrosion, 2012, No 2, pp. 124-128
3. Fazai B., Becker T., Kinsella B., Lepkova K. A review of plant extracts as green corrosion inhibitors for CO₂ corrosion of carbon steel // Material Degradations, 2022, Vol. 6, No 5, pp. 3634-3641
4. Surbhi J. Using Plant Extracts to Prevent Carbon Steel Corrosion // Material Degradations, 2022, Vol. 9, No 2, pp. 347-352
5. Mammadkhanova S.A. Comparative capacity of CO₂-corrosion inhibitors on the base of sunflower and cottonseed oils // International Research Journal of Engineering and Technology, 2017, Vol. 4, N 4, pp. 548-550
6. Ismayilov I.T., Khamiyeva G.A., Abdullayeva M.H., Manafov E.A. Surfactants based on the cottonseed oil as problem resolving reagents for ecological problems of oil industry // European Science Review, 2019, Mo 2, pp. 231-238
7. Bondarenko V.P., Golubev V.G., Zhantasov M.K., Sadyrbayeva A.S. Investigation of anti-corrosion properties of environmentally safe additives to drilling solutions based on tar of cotton oil // Chemistry Today, 2017, Vol. 35, No 6, pp. 137-146
8. Hernandez I., Cumha J., Santana C., Aquino J. Application of an Aqueous Extract of Cotton Seed as a Corrosion Inhibitor for Mild Steel in HCl Media // Material Research, 2021, Vol. 21, No 1, pp. 1-9
9. Abbasov V.M., Hany A., Aliyeva L.I., Ismayilov I.T. Novel anionic surfactants based on cottonseed oil and their corrosion inhibition efficiency for carbon steel in CO₂ saturated solution // PPOR, 2012, Vol. 13, No 2, pp. 112-135
10. Hany A., Ismayilov I.T., Abbasov V.M., Efremenko E.N. Preparation, Surface active properties, and Anticorrosion Application of some novel surfactants based on cottonseed oil and diethanolamine on carbon steel in CO₂ environments // Journal of Advances in Chemistry, 2013, Vol. 1, N 1, pp. 5-17

Информация об авторах

Д.Б. Агамалиева – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией «Консервационные жидкости и ингибиторы коррозии».

Н.М. Мамедова – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник.

Information about the authors

D.B. Agamaliyeva – Candidate of Chemical Sciences, Ph.D., Leading Researcher, head of the Laboratory "Preservation Fluids and Corrosion Inhibitors".

N.M. Mammadova – Candidate of Chemical Sciences, Leading Researcher.

УДК 547.541.2.

Айсель Вагиф кызы Алиева¹, Зиарат Нагиевна Пашаева²

*^{1,2}Институт нефтехимических процессов Национальной академии наук
Азербайджана, Баку, Азербайджан*

¹ ilgar.ayyubov@mail.ru

² ziyarat.80@gmail.com

*Автор, ответственный за переписку: Айсель Вагиф кызы Алиева,
ilgar.ayyubov@mail.ru*

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ПРИСУТСТВИИ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Аннотация. В рассмотренной статье представлен обзор научных результатов в области изучения процесса растворения целлюлозы в присутствии различных ионных жидкостей. Показаны наиболее оптимальные условия проведения процесса, преимущества некоторых ионных жидкостей в этом процессе, а также перспективы применения ионных жидкостей для растворения целлюлозы и получения новых продуктов органического синтеза.

Ключевые слова: ионные жидкости, целлюлоза, растворение, сорастворители, глубокие эвтектические растворители

Aysel V. Aliyeva¹, Ziarat N. Pashayeva²

*^{1,2}Institute of petrochemical processes of the National academy of sciences of Azerbaijan,
Baku*

¹ ilgar.ayyubov@mail.ru

² ziyarat.80@gmail.com

Corresponding author: Aysel V. Aliyeva, ilgar.ayyubov@mail.ru

STUDY OF CELLULOSE DISSOLUTION IN THE PRESENCE OF IONIC LIQUIDS

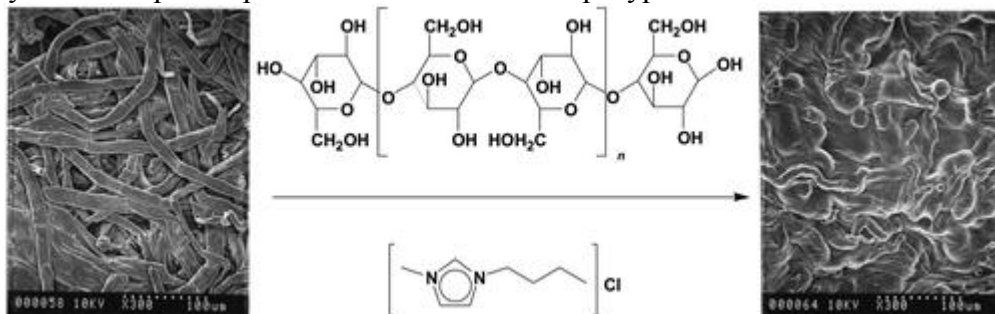
Abstract. The reviewed article presents an overview of scientific results in the field of studying the process of cellulose dissolution in the presence of various ionic liquids. The most optimal conditions for the process, the advantages of some ionic liquids in this process, as well as the prospects for the use of ionic liquids for dissolving cellulose and obtaining new products of organic synthesis are shown.

Keywords: ionic liquids, cellulose, dissolution, cosolvents, deep eutectic solvents

Целлюлоза представляет собой полисахарид с формулой $(C_6H_{10}O_5)_n$. Молекулы целлюлозы - неразветвлённые цепочки из остатков β -глюкозы, соединённых гликозидными связями β -(1→4). Она представляет собой белое твёрдое, стойкое вещество, не разрушается при нагревании (до 200°C). Является горючим веществом с температурой разложения — 275 °C, температура самовоспламенения — 420 °C (хлопковая целлюлоза). Она нерастворима в воде, слабых кислотах и большинстве органических растворителей. Однако благодаря большому числу гидроксильных групп является гидрофильной (краевой угол смачивания составляет 20—30 градусов).

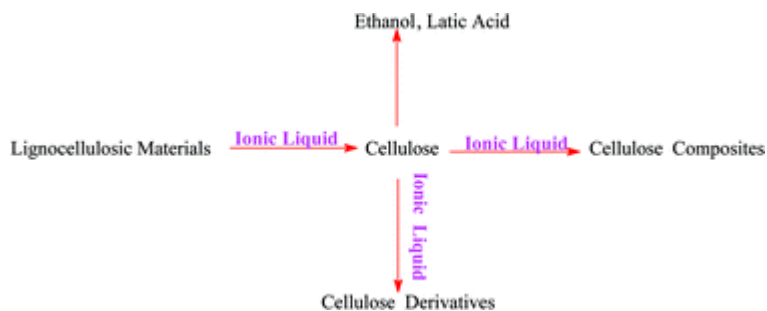
В химическом аспекте большой интерес вызывает процесс растворения целлюлозы, что связано с поиском оптимального растворителя для этой цели. Экспериментальные исследования показывают, что наиболее подходящими растворителями для целлюлозы являются ионные жидкости. В этой работе нами показаны результаты исследований в области изучения процесса растворения целлюлозы в присутствии ионных жидкостей. Отмечены факторы, оказывающие влияние на этот процесс, а также наиболее оптимальные условия с достижением максимальной селективности процесса. .

Так, в работе [1] сообщается о первоначальных результатах, которые демонстрируют, что целлюлоза может быть растворена без активации или предварительной обработки в хлориде 1-бутил-3-метилимидазолия и других гидрофильных ионных жидкостях и регенерирована из них. Это может позволить применять ионные жидкости в качестве альтернативы нежелательным для окружающей среды растворителям, которые в настоящее время используются для растворения этого важного биоресурса.



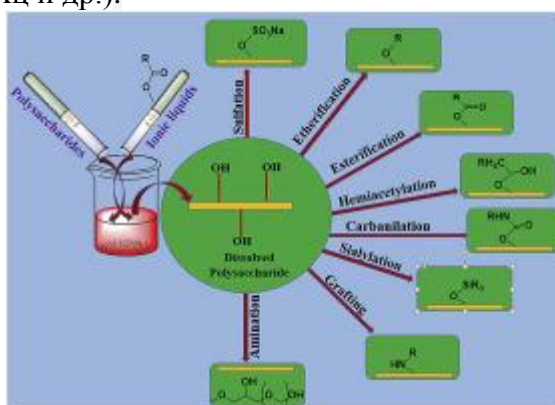
Растворение целлюлозы ионными жидкостями (ИЖ) и глубоким эвтектическим растворителем (ДЭС) позволяет осуществить комплексное растворение целлюлозы [2]. В основном целлюлоза может растворяться в некоторых гидрофильных ионных жидкостях, таких как хлорид 1-бутил-3-метилимидазолия (BMIMCl) и хлорид 1-аллил-3-метилимидазолия (AMIMCl). Ионные жидкости на основе хлоридов являются подходящими растворителями для растворения целлюлозы. Хотя ИЖ очень полезны в тонкой химической промышленности, их применение в фармацевтической и пищевой промышленности были очень ограничены из-за проблем с токсичностью, чистотой, и высокой стоимостью. С учетом этих ограничений был использован новый зеленый альтернативный растворитель, которым является DES. Эти зеленые растворители можно определенно рассматривать как реагенты следующего поколения для более устойчивого промышленного развития. Таким образом, этот обзор направлен на обсуждение растворения целлюлозы либо с ионными жидкостями, либо с ДЭС.

Растворение целлюлозы с ионными жидкостями позволяет комплексно использовать целлюлозу, сочетая два основных принципа «зеленой» химии: использование экологически предпочтительного растворителя и биовозобновляемое сырье [3]. Целлюлоза может быть растворена без образования в некоторых гидрофильных ионных жидкостях, таких как 1-бутил-3-метилимидазолия хлорид (BMIMCl) и 1-аллил-3-метилимидазолия хлорид (AMIMCl). Микроволновой нагрев значительно ускоряет процесс растворения. Целлюлоза может быть легко регенерирована из использованной для растворения ионной жидкости путем добавления воды, этилового спирта или ацетона. После регенерации ионные жидкости могут быть восстановлены и использованы повторно. Фракция лигноцеллюлозных материалов и получение производных целлюлозы и композитов являются двумя из его типичных применений. Хотя некоторые фундаментальные исследования, такие как экономический синтез ионных жидкостей и исследования токсикологии ионной жидкости все еще очень нужны, коммерциализация этих процессов в последние годы достигла больших успехов.

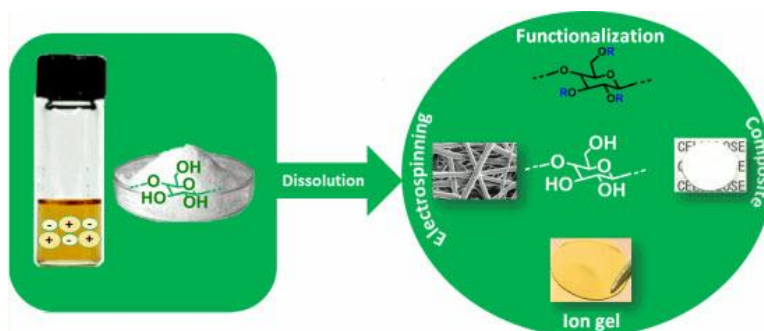


Отмечается [4], что из-за растущей осведомленности об окружающей среде и чрезмерной экстраполяции невозобновляемых материалов применение и обработка

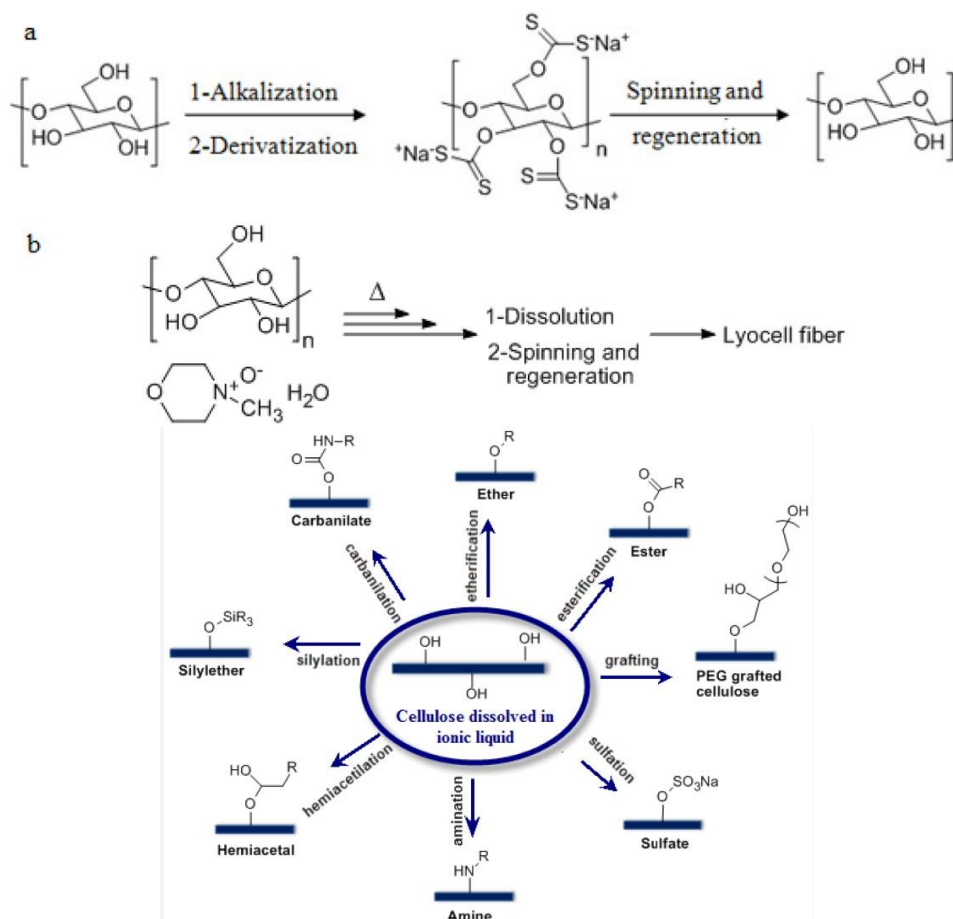
углеводных полимеров (полисахаридов) привлекли огромное внимание, поскольку они являются наиболее распространенными природными и биовозобновляемыми материалами на Земле. Однако нерастворимость большинства полисахаридов в большинстве распространенных растворителей, включая воду, ограничивает их применение. Ограниченная растворимость полисахаридов объясняется сильными межмолекулярными взаимодействиями между полимерными цепями, которые обеспечивают им высокую степень кристалличности. Более того, некоторые органические растворители, такие как морфолин, N-метилморфолин-N-оксид (NMMO), N-метилморфолин (NMM), мочевины и тиомочевина в сочетании с гидроксидом натрия и т. д., использовались для растворения углеводных полимеров с особым упором на целлюлозу. Однако обработка полисахаридов этими растворителями не только токсична для окружающей среды и живых существ, но также высвобождает несколько вредных для окружающей среды химических веществ, которые могут вызывать несколько побочных реакций и неблагоприятно влиять на их физиологические свойства. В настоящем обзоре собраны некоторые основные работы, выполненные в области растворения целлюлозы в ионных жидкостях с соразтворителями и без них (ДМСО, ДМФА, ДМАц и др.).



Благодаря своему изобилию и широкому спектру полезных физико-химических свойств целлюлоза стала очень популярной для производства материалов различного назначения [5]



В данном обзоре обобщены последние достижения в области разработки новых целлюлозных материалов и технологий с использованием ионных жидкостей. Растворение целлюлозы в ионных жидкостях использовалось для разработки новых технологий обработки, методов функционализации целлюлозы и новых целлюлозных материалов, включая смеси, композиты, волокна и ионные гели.



В работе [6] растворение целлюлозы в различных ионных жидкостях описано как совсем недавняя тема для процесса прямого растворения, который использовался для получения регенерированных целлюлозных волокон. Приготовление присадок было организовано из суспензии целлюлозы в водно-ионной жидкости путем удаления воды при повышенной температуре, вакууме и высоких скоростях сдвига. В качестве ионных жидкостей используют хлорид 1-*N*-бутил-3-метилимидазолия, хлорид 1-этил-3-метилимидазолия, хлорид 1-*N*-бутил-2,3-диметилимидазолия, хлорид 1-*N*-бутил-3-метилимидазолия. Были исследованы ацетат бутил-3-метилимидазолия и ацетат 1-этил-3-метилимидазолия. Растворы целлюлозы в ионных жидкостях охарактеризованы с помощью световой микроскопии, конической реометрии и анализа частиц. Кроме того, эти результаты сравнивали с растворами целлюлозы в моногидрате *N*-метилморфолин-*N*-оксида. Наконец, целлюлозные присадки были сформированы с помощью процесса сухого и мокрого прядения для производства целлюлозных волокон. Свойства полученного волокна были определены и будут обсуждаться.

Сообщается [7], что целлюлоза, наиболее распространенный природный полимер, может быть использована в качестве зеленого источника для изготовления биоразлагаемых и биосовместимых материалов с привлекательными свойствами путем химической модификации или смешивания с другими компонентами. Эффективное использование целлюлозы не только смягчает кризис ископаемых ресурсов, но и защищает окружающую среду Земли. Однако целлюлозу чрезвычайно трудно растворить из-за значительных водородных связей и частично кристаллической структуры. В настоящее время для этой цели используют ионные жидкости. В этой работе авторы использовали бутилимидазолиум хлорид в качестве ионной жидкости для растворения целлюлозы и изучили влияние различных факторов на протекание процесса. Результаты исследований представлены в табл. 1

Таблица 1.

Влияние различных факторов на растворение целлюлозы в ионной жидкости [C₄mim]Cl.

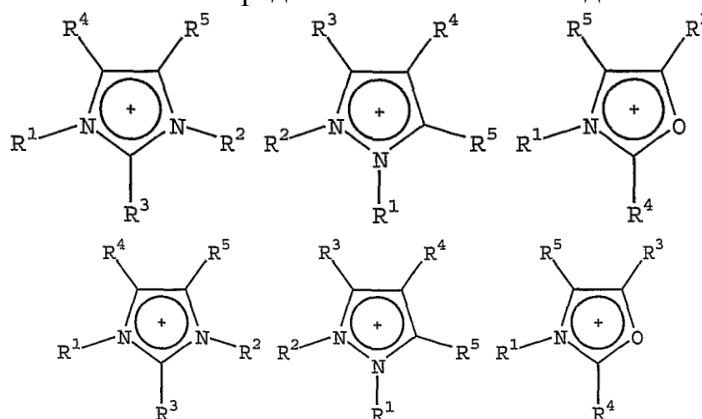
Условия обработки целлюлозы				Время растворения, ч.	Выход, %
Реагент обработки	Мощность, Вт	Продолжительность, ч.	Температура, °С		
Механическое фрезерование		6	25	11,1	1,18
Механическое фрезерование		12	25	8,9	0,95
Механическое фрезерование		18	25	7,6	0,94
Механическое фрезерование		24	25	6,8	0,95
Этанол		4	25	4,5	1,04
Этанол		6	25	3,8	1,06
Этанол		8	25	3,1	1,05
Этанол		10	25	2,6	1,06
Ультразвуковое облучение	30	20 мин	25	2,2	1,05
Ультразвуковое облучение	30	30 мин	25	1,5	1,06
Ультразвуковое облучение	30	40 мин	25	0,9	1,05
Ультразвуковое облучение	75	20 мин	25	1,4	1,02
Ультразвуковое облучение	75	40 мин	25	0,8	1,01
Микроволновое облучение	200	30 мин	25	2,6	1,06
Микроволновое облучение	400	30 мин	25	2,4	1,02
Микроволновое облучение	600	30 мин	25	1,6	1,04
Микроволновое облучение	200	20 мин	50	1,3	1,03
Микроволновое облучение	600	20 мин	50	0,9	0,98

Увеличивающийся рост населения и индустриализация постоянно угнетают существующие энергетические ресурсы, повышая уровень загрязнения и глобальный спрос на топливо. Различные альтернативные источники энергии могут быть использованы для решения этих проблем безвредным для окружающей среды способом. В настоящее время биоэтанол (из сахарного тростника, кукурузы) является одним из наиболее широко потребляемых видов биотоплива в мире. Лигноцеллюлозная биомасса является еще одним привлекательным ресурсом для устойчивого производства биоэтанола [8]. Этап предварительной обработки играет решающую роль в превращении лигноцеллюлозы в биоэтанол, повышая восприимчивость целлюлозы к ферментативному гидролизу. Тем не менее, экономичная предварительная обработка лигноцеллюлозы по-прежнему остается сложной задачей. Ионные жидкости (ИЖ), особенно ацетат 1-этил-3-метилимидазолия (EmimAc), является эффективным растворителем для растворения целлюлозы с улучшенной

кинетикой ферментативного осахаривания. Для повышения эффективности процесса, а также возможности повторного использования ИЖ вода показана в качестве совместимого соразтворителя для предварительной обработки лигноцеллюлозы. Анализ эффективности смеси ИЖ-вода на основе понимания молекулярного уровня может помочь в разработке эффективных растворителей для предварительной обработки. В этом исследовании было выполнено моделирование молекулярной динамики всех атомов с использованием смесей EmimAc-вода, чтобы понять поведение микрокристаллов целлюлозы, содержащих восемь октамеров глюкозы, при комнатной температуре и температуре предварительной обработки. Результаты высокотемпературного моделирования показывают эффективное разделение цепей целлюлозы, при этом взаимодействие целлюлозы и ацетата является движущей силой растворения. Также замечено, что предварительная обработка смесью 50 и 80% ИЖ эффективна для снижения кристалличности целлюлозы. При высокой концентрации ИЖ вода существует в кластерной сети, которая постепенно расширяется в среду с увеличением доли воды, что приводит к потере ее сосольватирующей активности. .

Целлюлоза является одним из наиболее распространенных источников природных полимеров, но применение целлюлозы ограничено из-за сложности растворения целлюлозы в воде и обычных химических растворителях. В последние десятилетия были изучены ионные жидкости для эффективного, устойчивого и экологически чистого растворения целлюлозы [9]. В этом исследовании был синтезирован ряд ионных жидкостей на основе имидазолия для использования в качестве растворителей целлюлозы, включая диметилфосфат 1,3-диметилимидазолия ([mmim]dmp), диметилфосфат 1-этил-3-метилимидазолия ([emim]dmp), Диметилфосфат 1-бутил-3-метилимидазолия ([bmim]dmp), диметилфосфат 1-гексил-3-метилимидазолия ([hmim]dmp), диэтилфосфат 1-этил-3-метилимидазолия ([emim]dep), 1,3-диэтилимидазолий диэтилфосфат ([eeim]dep) и диэтилфосфат 1-бутил-3-этилимидазолия ([beim]dep). Эксперименты по реологии были проведены для изучения поведения целлюлозы при течении в этих ионных жидкостях и соразтворителях. Установлено, что растворяющая способность целлюлозы увеличивается с уменьшением вязкости растворителя, а реологические свойства наиболее сильно зависят от концентрации растворенной целлюлозы. Системы, состоящие из целлюлозы в [mmim]dmp, [emim]dmp и [emim]dep, ведут себя как вязкоупругие гели, в то время как составы целлюлозы в [bmim]dmp, [hmim]dmp, [eeim]dep и [beim]dep демонстрируют вязкоупругое поведение жидкости. Эти результаты повлияют на разработку новых растворителей для обработки полимерных материалов на основе целлюлозы.

Предложен патент [10], в котором сообщается, что целлюлоза растворяется в ионной жидкости без дериватизации и регенерируется в различных структурных формах без использования вредных или летучих органических растворителей. Растворимость целлюлозы и свойства раствора можно контролировать путем выбора компонентов ионной жидкости с небольшими катионами и галогенидными или псевдогалогенидными анионами, отдающими предпочтение раствору. Ниже показаны предложенные ионные жидкости:



Переработка целлюлозы, растворенной в ионных жидкостях (ИЖ), позволяет разрабатывать новые материалы [11]. Помимо налаженного производства продуктов из целлюлозного волокна, разрабатываются интересные технические приложения, такие как супермикроволоконные волокна, волокна из смеси целлюлозы и хитина, прекурсоры для углеродных волокон и полностью целлюлозные композиты. В этой работе представлен подробный обзор этих новых разработок и

описывается, как выбираются ИЖ для переработки целлюлозы с особым акцентом на промышленную реализацию. Рассмотрены современные процессы прядения и показано, как уникально выбранные ИЖ могут использоваться не только для традиционного прядения волокна, но и для разработки новых материалов на основе целлюлозы.

Материалы на основе целлюлозы привлекли большое внимание из-за спроса на экологически чистые материалы и альтернативы возобновляемым источникам энергии. В ближайшие годы ожидается увеличение использования этих материалов в связи с прогрессирующим сокращением поставок нефтехимической продукции. Основываясь на ограничениях целлюлозы с точки зрения растворения/обработки и ориентируясь на «зеленую химию», появляются новые методы производства целлюлозы, такие как растворение и функционализация в ионных жидкостях, известных как «зеленые растворители» [12]. В этом обзоре обобщаются последние ионные жидкости, используемые при переработке целлюлозы, включая предварительную обработку, гидролиз, функционализацию и преобразование в химические вещества на основе биологической платформы. Также рассматривается недавняя литература, в которой исследуется прогресс, достигнутый для ИЖ в их переходе от академического к коммерческому применению целлюлозной биомассы.

В работе [13] целлюлозу (7% воды) тщательно диспергировали в различных ионных жидкостях (ИЖ) и исследовали мутность смеси, чтобы отличить реальное растворение от тонкой дисперсии. Исследовали растворяющую способность хлорида 1-бутил-3-метилимидазолия (BMIMCl известен как растворитель целлюлозы) и 11 других коммерческих ИЖ (не зарегистрированных как растворители целлюлозы). Из последних только 1,3-диметилимидазолия диметилфосфат (DMIMDMP) мог растворять целлюлозу. Исследовано влияние содержания воды на реальное растворение целлюлозы в этих двух ИЖ. Максимальное теоретическое количество растворенной безводной целлюлозы в ИЖ определяли методом экстраполяции при различных температурах. Для целлюлозы в BMIMCl она составила 8,75 г/100 г ИЖ при 95°C. DMIMDMF мог добиться реального растворения целлюлозы только в практически безводной системе.

Исследовано растворение и извлечение целлюлозы из кусочков древесины сосны с помощью двух типов ионных жидкостей и соразтворителей [14]. Результаты показали, что ионная жидкость диэтилфосфоната 1-этил-3-метилимидазолия/диметилсульфоксид (массовое соотношение 1:0,5) способна растворять сосновую целлюлозу в течение 8 мин при 105°C. При этом степень полимеризации регенерированной целлюлозы достигала 244. Растворенную целлюлозу можно было регенерировать из раствора компонента при добавлении воды. Затем регенерированную целлюлозу охарактеризовали порошковой рентгеновской дифракцией, инфракрасной спектроскопией с преобразованием Фурье и измерениями термогравиметрического анализа. Результаты показали, что в процессе растворения не было дериватизации реакции и что растворение сосновой целлюлозы было прямым процессом. Кристаллическая структура целлюлозы была преобразована из целлюлозы I в целлюлозу II после регенерации. Также было обнаружено, что регенерированная целлюлоза обладает хорошей термической стабильностью.

Проведено сравнение эффективности двух ионных жидкостей для растворения древесной целлюлозы (табл. 2)

Таблица 2.

Сравнение эффективности ионных жидкостей в процессе растворения целлюлозы

Ионная жидкость	Температура, °C	ДМФА, %	Опилки, %	Время, ч.	Морфология
[APy]Cl	120	30	1	120	Флокулянт
[Emim]DEP	100	30	1	90	Мембранная

Также авторами проведено сравнение эффективности соразтворителей в процессе растворения древесной целлюлозы (табл. 3).

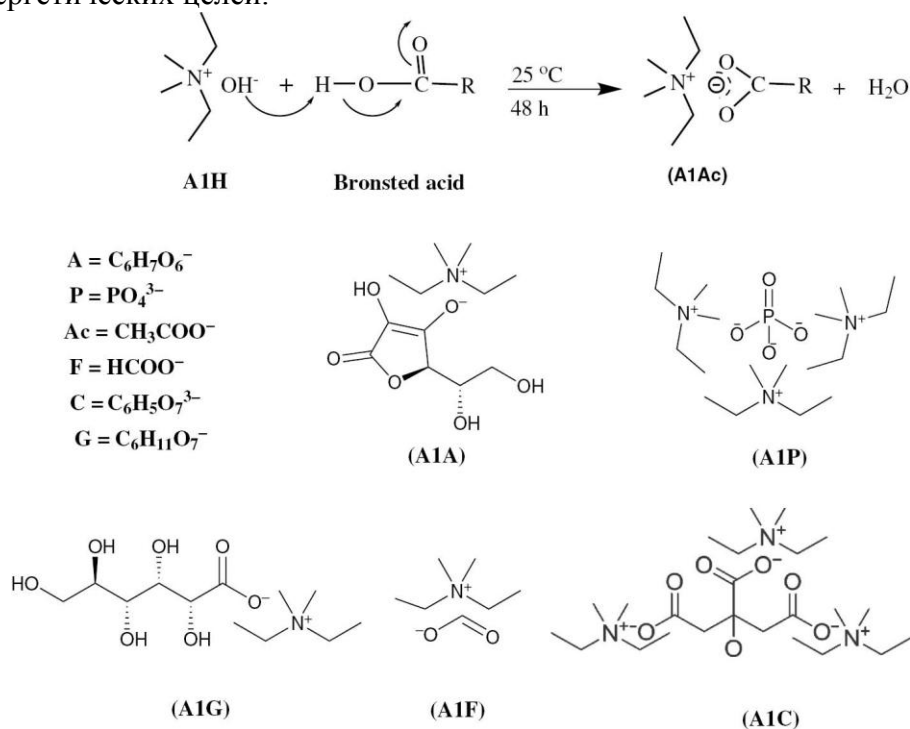
Таблица 3.

Сравнение эффективности соразтворителей в процессе растворения целлюлозы

Соразтворитель	ДМСО	ДМФА	ДМАС	Пиридин
Время, мин	90	150	259	240
Степень полимеризации	185	170	155	205

регенерированной целлюлозы				
-------------------------------	--	--	--	--

Зеленый синтез ионных жидкостей при комнатной температуре (RTIL) представлен как безопасный и сложный растворитель для эффективного растворения лигноцеллюлозной биомассы масличной пальмы [15]. Ряд кислотно-ионных жидкостей Бренстеда был приготовлен прямой нейтрализацией гидроксида диэтилдиметиламмония несколькими (экономичными и безвредными для окружающей среды) кислотами Бренстеда в качестве RTIL. Структурная и физико-химическая характеристика была выполнена с применением различных методов, таких как инфракрасное преобразование Фурье (FT-IR), ядерный магнитный резонанс (ЯМР), термогравиметрический анализ (TGA), дифференциальная сканирующая калориметрия (DSC), дзета-нанозизатор и динамическое рассеяние света (DLS) соответственно, чтобы констатировать влияние аниона на расширенные возможности растворения целлюлозы синтезированных RTIL в мягких условиях. В качестве растворителя полисахарида диэтилдиметиламмонийфосфат (A1Ф) показал исключительную способность извлекать 65 % целлюлозы из биомассы без какой-либо предварительной обработки в течение 30 мин. Настоящее исследование может стать важным шагом на пути к синтезу эффективных RTIL и созданию улучшенной целлюлозы для высокотехнологичных композитов и энергетических целей.



Ионные жидкости [Bmim]Cl, [Bmim]Br, [Bmim]HSO₄, [Bmim]BF₄ и [Bmim]PF₆ были синтезированы для изучения влияния анионов на растворение целлюлозы [16]. Экспериментальные исследования показали, что растворение целлюлозы связано с образованием водородных связей между анионами и целлюлозой, что связано с плотностью заряда на анионе. Последовательность растворимости целлюлозы в шести исследованных ионных жидкостях: [Bmim]Cl > [Bmim]Br > [Bmim]HSO₄ > [Bmim]BF₄, [Bmim]PF₆. Термогравиметрический метод применялся для исследования стабильности ионных жидкостей. Процесс растворения контролировали с помощью поляризационного микроскопа. Результаты показали, что растворение целлюлозы связано со стабильностью ионных жидкостей. Для аналогичных ионных жидкостей более низкая стабильность приводила к более высокой растворимости. Как исходные, так и регенерированные образцы целлюлозы были охарактеризованы с помощью широкоугольной рентгеновской дифракции и FTIR. Показано, что структуры исходной целлюлозы и регенерированной целлюлозы

аналогичны; однако кристаллическая структура целлюлозы была преобразована в целлюлозу II из целлюлозы I исходной целлюлозы.

В работе [17] исследовано реакционное поведение целлюлозы в ионной жидкости, хлориде 1-этил-3-метилимидазолия ($[C_2mim][Cl]$), который может растворять целлюлозу. Образцы целлюлозы обрабатывали $[C_2mim][Cl]$ при 100, 120 и 140 °C. В начале обработки солубилизованная целлюлоза в $[C_2mim][Cl]$ деполимеризуется в различные низкомолекулярные соединения, такие как целлобиоза, целлобиозан, глюкоза, левоглюкозан и 5-гидроксиметилфурфурол. По мере продолжения обработки часть низкомолекулярных соединений реагировала с ионной жидкостью с образованием новых полимеров черного цвета, содержащих азот. Таким образом, $[C_2mim][Cl]$ является не только растворителем целлюлозы, но и реагентом как для деполимеризации с образованием различных низкомолекулярных соединений, так и для последующей полимеризации этих соединений.

Показано [18], что ионные жидкости (ИЖ) являются многообещающими растворителями для предварительной обработки лигноцеллюлозной биомассы, но в основном их получают из предшественников нефти. Бензальдегиды из деполимеризованного лигнина, такие как ванилин, сиреневый альдегид и 4-метоксибензальдегид, представляют собой возобновляемое сырье для синтеза ионных жидкостей. Здесь мы сообщаем о синтезе новых ионных жидкостей на основе лигнина с удлиненными N-алкильными цепями и изучаем их точки плавления, способность растворять целлюлозу и профили токсичности в отношении *Daphnia magna* и штамма *E. coli* 1A1. Последний организм был спроектирован для производства изопренола, биотоплива и прекурсора для товарных химикатов. Новые N,N-диэтил- и N,N-дипропилметилбензиламмониевые ИЖ были жидкими при комнатной температуре, демонстрируя снижение температуры плавления на 75-100 °C по сравнению с их аналогом N,N,N-триметилбензиламмония. Удлинение N-алкильных цепей также повышало антибактериальную активность в 3 раза, а ионные жидкости, приготовленные из ванилина, проявляли в 2-4 раза меньшую токсичность по сравнению с жидкостями, приготовленными из сиреневого альдегида и 4-метоксибензальдегида. Установлена тенденция антибактериальной активности анионов ИЖ лигнинового происхождения: метансульфонат < ацетат < гидроксид. Во всех новых ИЖ методами световой микроскопии и ИК-спектроскопии наблюдали растворение микрокристаллической целлюлозы от 2 до 4 мас.% через 20 мин при 100 °C. Таким образом, авторы показали, что ионные жидкости, приготовленные из продуктов окисления H-, S- и G-лигнина, обладают различной цитотоксической активностью в отношении *E. coli* и *D. magna*, что позволяет предположить, что эти соединения могут быть адаптированы для конкретного применения в биоперерабатывающем заводе.

Изучено поведение целлюлозы при растворении в смесях диметилсульфоксида (ДМСО) и различных ионных жидкостей (ИЖ) при 25 °C [19]. Высокая растворимость целлюлозы была достигнута в смесях ИЖ и ДМСО при мольных долях 1:2, 1:2 и 1:1 для ацетата 1-бутил-3-метилимидазолия, ацетата 1-пропил-3-метилимидазолия и 1-этил-3-метилимидазолия ацетат соответственно. При высоких молярных соотношениях ДМСО/ИЖ (10:1–2:1) более длинная алкильная цепь катиона ИЖ приводила к более высокой растворимости целлюлозы. Однако более короткие катион-алкильные цепи способствуют растворению целлюлозы в соотношении 1:1. Реологические измерения, инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье (FTIR) и измерения ядерного магнитного резонанса (ЯМР) использовались для понимания растворения целлюлозы. Установлено, что увеличение доли ДМСО в бинарных смесях приводит к повышению растворимости целлюлозы за счет снижения вязкости систем. Для катионов с более длинными алкильными цепями наблюдалось более сильное взаимодействие между ИЖ и целлюлозой и более высокая вязкость смесей ДМСО/ИЖ. Полученные в этой работе новые знания могут быть полезны для разработки экономичных систем растворителей для биополимеров.

Целлюлоза является историческим полимером, возможности обработки которого были ограничены отсутствием точки плавления и нерастворимостью во всех молекулярных растворителях, не образующих производные [20]. Совсем недавно ионные жидкости (ИЖ) стали использовать для растворения и регенерации целлюлозы, например, при разработке процессов прядения текстильных волокон. В некоторых случаях растворы органических электролитов (ОЭС), которые представляют собой бинарные смеси ионной жидкости и полярного апротонного соразтворителя, могут демонстрировать даже лучшую техническую способность к растворению целлюлозы, чем чистые ИЖ. В этой работе авторами использован OES, состоящие из двух ИЖ ацетата тетраалкилфосфония и диметилсульфоксида или γ -валеролактона в качестве соразтворителей. Целлюлоза может быть сначала растворена в этих OES при 120°C, а затем регенерирована при охлаждении, что приводит к микро- и макрофазовому разделению. Это явление очень напоминает термодинамический переход типа верхней критической температуры раствора (UCST). Это наблюдаемое поведение этих систем, подобное UCST, позволяет осуществлять контролируемую регенерацию целлюлозы в коллоидные дисперсии сферических микрочастиц (сферолитов) с высокоупорядоченной формой и размером. Хотя об этом явлении сообщалось для других систем на основе П и NMMO, механизмы и фазовое поведение не были четко определены. Частицы получают ниже температуры фазового расслоения в результате управляемой мультимолекулярной ассоциации. Процесс регенерации является следствием многопараметрической взаимозависимости, где свою роль играют характеристики полимера, состав OES, температура, скорость охлаждения и время. Обсуждается влияние условий эксперимента, концентрации целлюлозы и времени на регенерацию целлюлозы в виде предпочтительного геля или частиц.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Swatloski R., Spear S., Holbrey J., Rogers R. Dissolution of Cellulose with Ionic Liquids // *J. Amer. Chem. Soc.* 2002. Vol. 124. N 18. Pp. 4974-4975
2. Mohd N., Draman S.F., Salleh S.N., Yusof N.B. Dissolution of Cellulose in Ionic Liquid : A Review // *Proceedings of the 6th International Advances in Applied Physics and Materials Science Congress & Exhibition.* 2017. pp. 123-127
3. Shenqdong Z., Yuanxin W., Qiming C., Ziniu Y. Dissolution of cellulose with ionic liquids and its application: a mini-review // *Green Chemistry.* 2006. Vol. 8. N 4. Pp. 325-327
4. Verma Ch., Moshra A., Chaunhari S., Srivastara V. Dissolution of cellulose in ionic liquids and their mixed cosolvents: A review // *Sustainable Chemistry and Pharmacy.* 2019. Vol. 13. Pp. 100162-100193
5. Isik M., Sardon H., Meccerreyes D. Ionic liquids and cellulose: dissolution, chemical modification and preparation of new cellulosic materials // *Inter. Journal Mol. Sci.* 2014. Vol. 15. N 7. Pp. 11922-11940
6. Kosan B., Michels C., Meister F. Dissolution and forming of cellulose with ionic liquids // *Cellulose.* 2008. Vol. 15. Pp. 59-66
7. Lan W., Liu C-F., Feng X., Sun R-C. Rapid Dissolution of Cellulose in Ionic Liquid with Different Methods // *Cellulose* Edited by Theo van de Ven and Louis Godbout. 2012. 234 p.
8. Bharat M., Ghosh A. Dissolution of cellulose in ionic liquid and water mixtures as revealed by molecular dynamics simulations // *J. Biomol. Struct. Dyn.* 2019. Vol. 37. N 15. Pp. 3987-4005
9. Zheng B., Chaudhary H., Bhatia S., Thomas M. Dissolution capacity and rheology of cellulose in ionic liquids composed of imidazolium cation and phosphate anions // *Polymers Advance Technologies.* 2019. Vol. 30. N 7. Pp. 1751-1758
10. Pat. WO 2003029329A2. 2002 Dissolution and processing of cellulose using ionic liquids / Swatloski R.P., Rogers R.D., Holbrey J.D. /

11. Hermanutz F., Vocht M.P., Panzier N., Buchmeiser M. Processing of Cellulose Using Ionic Liquids // *Macromolecular Materials and Engineering*. 2019. Vol. 304. N 2. Pp. 1800450-1800462
12. Taokaew S., Kriangkral W. Recent Progress in Processing Cellulose Using Ionic Liquids as Solvents // *Polysaccharides*. 2022. Vol. 3. N 4. Pp. 671-691
13. Mazza M., Catana D-A., Vaca-Garcia C., Cecutti Ch. Influence of water on the dissolution of cellulose in selected ionic liquids // *Cellulosa*. 2009. Vol. 16. Pp. 207-215
14. Ran L., Zhang L., Yanhui H. Dissolution and recovery of cellulose from pine wood bits in ionic liquids and a co-solvent component mixed system // *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*. 2019. N 3. Pp. 134-138
15. Javed F., Ullah F., Harizan A. Synthesis, characterization and cellulose dissolution capabilities of ammonium-based room temperature ionic liquids (RTILs) // *Synthesis and coordination chemistry of organotin complexes*. 2018. 123 p.
16. Liu H.R., Yu H.W., Zhou E. P. Influence of Anions of Imidazole Ionic Liquids on Dissolution of Cellulose // *Asian Journal of Chemistry*. 2013. Vol. 25. N 15. Pp. 8266-8270
17. Ohno E., Mivafuji H. Reaction behavior of cellulose in an ionic liquid, 1-ethyl-3-methylimidazolium chloride // *Journal of Wood Science*. 2013. Vol. 59. Pp. 221-229
18. Shihong L., Gonzalez M., Kong C., Weir S., Socha A. Synthesis, antibiotic structure-activity relationships, and cellulose dissolution studies of new room-temperature ionic liquids derived from lignin // *Biotechnol. Biofuels*. 2021. Vol. 14. N 1. Pp. 47-52
19. Fei R., Wang J., Jinglin Y., Zhong C. Dissolution of Cellulose in Ionic Liquid–DMSO Mixtures: Roles of DMSO/IL Ratio and the Cation Alkyl Chain Length // *ACS Omega*. 2021. Vol. 6. N 41. Pp. 27226-27232
20. Jingwen X., King A., Kilpelainen I., Aseyev V. Phase-separation of cellulose from ionic liquid upon cooling: preparation of microsized particles // *Cellulose*. 2021. Vol. 28. Pp. 10921-10938

Информация об авторах

А.В. Алиева – магистрант;

З.Н. Пашаева – кандидат химических наук, доцент лаборатории «Функциональные олигомеры».

Information about the authors

A.V. Aliyeva – magistrant;

Z.N. Pashaeva – Candidate of Chemical Sciences, Ph.D., Associate Professor of the laboratory "Functional oligomers".

УДК 547.541.3, 547.542.7

Садагат Талят кызы Алиева

Институт нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева Национальной академии наук Азербайджана, Баку, Азербайджан, aliyeva@mail.ru

ПОЛУЧЕНИЕ МОНО- И ДИЭФИРОВ МАЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ ЭТЕРИФИКАЦИЕЙ МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА

Аннотация. В представленной статье показаны результаты исследований в области реакции этерификации малеинового ангидрида различными спиртами. Сообщаются оптимальные условия проведения реакций, механизм и получение моно- и диэфиров малеиновой кислоты. Показаны кинетические закономерности этих реакций, порядок реакции и катализаторы, используемые в этих процессах

Ключевые слова: малеиновый ангидрид, спирты, этерификация, моно- и диэфиры малеиновой кислоты, катализаторы реакций

Sadagat T. Aliyeva

Institute of Petrochemical Processes named after acad. Yu.H.Mammadaliyev Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan, aliyeva@mail.ru

OBTAINING MONO- AND DIESTERS OF MALEIC ACID BY ESTERIFICATION OF MALEIC ANHYDRIDE

Abstract. The presented article shows the results of research in the field of the esterification reaction of maleic anhydride with various alcohols. The optimal reaction conditions, the mechanism and the preparation of maleic acid mono- and diesters are reported. The kinetic regularities of these reactions, the reaction order and the catalysts used in these processes are shown.

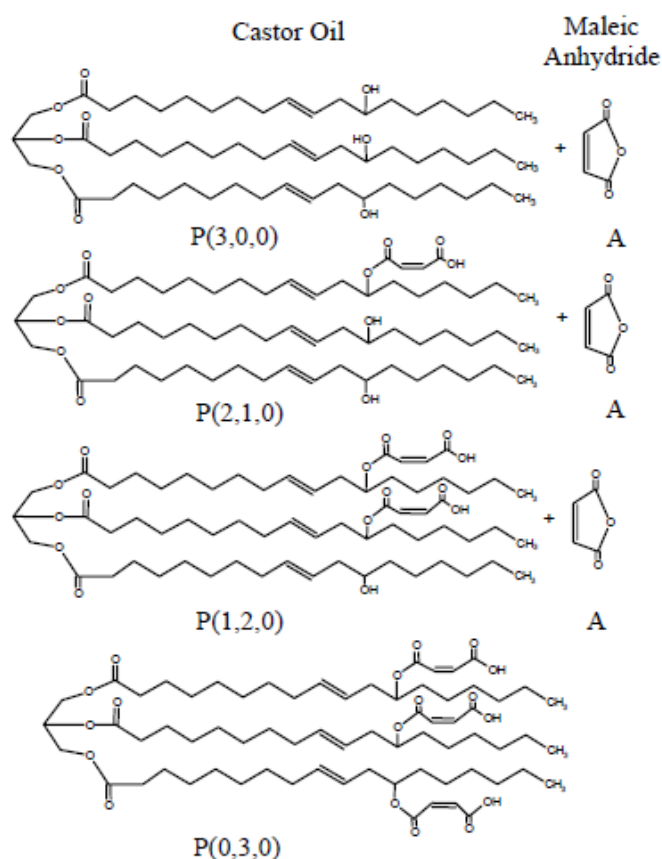
Keywords: maleic anhydride, alcohols, esterification, maleic acid mono- and diesters, reaction catalysts

В представленной статье показаны результаты исследований в области синтеза моно- и диэфиров малеиновой кислоты реакцией этерификации малеиновой кислоты и ее ангидрида. Так, проведено кинетическое исследование реакции этерификации малеиновой кислоты этанолом на катионитах Indion 730, Indion 225H, AmberliteIR120, Amberlyst 35 [1]. Indion 730 показал более высокую конверсию малеиновой кислоты, чем другие катализаторы. Влияние различных параметров, таких как скорость перемешивания (600-1000 об/мин), размер частиц (0,172-0,834 мм), мольное соотношение (малеиновая кислота к этанолу, 1:4-1:10), загрузка катализатора (50-120 кг/л). м³ объема реагента), температура (323-353 К). Псевдогомогенная модель была применена для проверки экспериментальных данных при различных температурах, и было установлено, что энергия активации составляет 12,54 ккал/моль.

Кинетические исследования реакции этерификации малеинового ангидрида бутан-1-олом, и 2-метилпропан-1-олом проводили в полупериодическом реакторе в присутствии четырех кислотных катализаторов: серная кислота, фосфорно-вольфрамовая кислота, ионообменная смола Dowex 50WX8 и тетрабутилцирконат [2,3]. Показано, что фосфорно-вольфрамовая кислота оказалась наиболее активным катализатором. Диапазон температур 383-413 К, молярное соотношение спирта к кислоте колеблется в пределах 2,2-5:1. Приведены кинетические параметры. Кинетика, по-видимому, имеет второй порядок как по кислоте, так и по спирту. Реакция, проведенная в присутствии тетрабутилцирконата было

очень медленной и зависела только от концентрации кислоты. Влияние температуры на скорость реакции хорошо следует уравнению Аррениуса.

Изучена кинетика реакции между касторовым маслом и малеиновым ангидридом без конденсации и катализатора [4]. С другой стороны, концентрация продуктов, кинетические и термодинамические параметры определялись с помощью математического моделирования и подтверждались экспериментальными данными. Реакцию проводили в полупериодическом реакторе при постоянной температуре. Реакция проводилась посредством определения кислотного числа (ASTM D4662-03) и показала кинетику первого порядка по отношению к ангидриду. Для модифицированного масла гидроксильное число (ОНv) определяли путем титрования согласно стандарту ASTM D4274-05. Распределение молекулярных масс определяли с помощью гель-проникающей хроматографии (ГПХ), а анализ функциональных групп определяли с помощью инфракрасной спектроскопии (ИК).



В патенте [5] предложено получение сложных эфиров малеиновой кислоты с одноатомным спиртом путем образования малеинового ангидрида за счет окисления углеводорода, промывки выходящего газообразного потока с образованием водного раствора малеиновой кислоты, который подвергают взаимодействию и дегидратации на первой стадии с одноатомным спиртом в дистилляционной колонне. Реакция продукта первой стадии протекает под давлением и в таких условиях, при которых происходит кипение.

Дибутилмалеат представляет собой парфюмерный эфир, используемый в качестве промежуточного продукта в производстве красок, клеев и сополимеров [6]. Этерификацию малеиновой кислоты и бутанола изучали в присутствии кислого катионита в качестве катализатора. Целью данной работы было проверить пригодность и эффективность гетерогенных катализаторов, таких как Indion 225H и Amberlyst-15, в синтезе дибутилмалеата. Различные параметры, определяющие конверсию реакции, такие как молярное соотношение, загрузка катализатора, молекулярные сита, скорость перемешивания и влияние температуры, были оптимизированы для достижения максимальной скорости и конверсии. Энергия активации рассчитана как 71,5 ккал/моль. Коэффициент диффузии DAB (малеиновая кислота в н-бутаноле) при 80°C был рассчитан как $5,08 \times 10^{-10}$ м²/с, а

эффективный коэффициент диффузии (D_{e-A}) был рассчитан как $5,08 \times 10^{-11}$ м²/с. Коэффициент массопереноса твердое тело-жидкость ($ksl-A$) был рассчитан как $6,77 \times 10^{-6}$ м/с для размера частиц Amberlyst-15 0,5 мм.

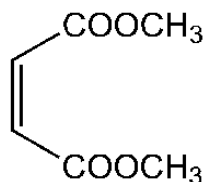
В работе [7] осуществлен синтез моноэфиров малеиновой кислоты ряда C₁-C₇ посредством реакции этерификации малеинового ангидрида соответствующими спиртами и определены их физико-химические показатели (табл. 1)

Таблица 1.

Физико-химические показатели и выходы моноэфиров малеиновой кислоты ряда C₁-C₇

Радикал R	Выход, %	Показатель преломления		Плотность, г/см ³	
		при 20 ⁰ С	при 25 ⁰ С	при 20 ⁰ С	при 25 ⁰ С
CH ₃	98	1.4624	1.4643	1.2457	1.2503
C ₂ H ₅	65	1.4569	1.4593	1.1832	1.1822
C ₃ H ₇	98.5	1.4580	1.4555	1.1340	1.0916
C ₄ H ₉	98.7	1.4560	1.4554	1.1030	1.0629
C ₅ H ₁₁	98	1.4577	1.4555	1.0787	1.0629
C ₆ H ₁₃	98	1.4572	1.4560	1.0525	1.0455
C ₇ H ₁₅	98	1.4560	1.4582	1.0315	1.0254

Несколько видов катионообменных смол оценивались в качестве катализаторов в реакции синтеза диметилмалеата из метанола и малеинового ангидрида в реакторе с неподвижным слоем [8]. Катализатор ДНВ-1 показал наилучшие характеристики и был выбран. Диметилмалеат синтезировали на каталитической колонке с катализатором ДНВ-1 в реакционной зоне. Конверсия малеинового ангидрида могла достигать 100 %, а выход диметилмалеата ~ 99 %. Этот метод каталитической перегонки оказался пригодным для получения диметилмалеата.



Диметилмалеат используется во многих органических синтезах в качестве диенофила для диенового синтеза. Он используется в качестве добавки и промежуточного продукта для пластмасс, пигментов, фармацевтических препаратов и сельскохозяйственной продукции. Он также является промежуточным продуктом для производства красок, клеев и сополимеров. Диметилмалеат также нашел применение в приложениях, где желательны улучшения твердости и ударной вязкости полимерных пленок. Сюда относится, в частности, улучшение антиадгезивных свойств сополимеров винилацетата с ДММ. Он также используется в качестве внутреннего модификатора для повышения температуры стеклования полимеров стирола или винилхлорида.

В работе [9] изучена этерификация метанола малеиновым ангидридом. Основное внимание уделялось кинетике образования монометилмалеата. В качестве реактора периодического действия использовали трехгорлую колбу с обратным холодильником и мешалкой. Температуру поддерживали и контролировали термостатом. Данные о концентрации и времени собирали, наблюдая за изменением общего содержания кислоты. Уравнение производительности монометилмалеата было получено путем анализа данных, которое составляет $r = 2,57 \times 10^5 \exp(-47080 / RT)$ САСВ.

Описан способ синтеза диметилмалеата [10]. Процесс включает следующие стадии: малеиновый ангидрид и метанол подвергают взаимодействию в реакторе моноэтерификации при температуре 70-100⁰С с образованием монометилмалеата; монометилмалеат поступает в колонну каталитической этерификации из колонны, пар метанола поступает в колонну

каталитической этерификации из положения ниже верхнего уровня жидкости каждого слоя тарелки колонны и контактирует с монометилмалеатом и твердым катализатором на тарелке колонны, а диметилмалеат сгенерировано.

Малеат касторового масла используется в продуктах медицинского назначения, синтетических смазочных материалах, олифах, водорастворимых красках и в качестве мономера в некоторых полимерах [11]. Это соединение образуется в результате прямой реакции между касторовым маслом и малеиновым ангидридом, которую можно ускорить с помощью свободнорадикальных катализаторов. В данной работе изучалось влияние температуры обработки и концентрации ди-трет-бутилпероксида (ДТБП) на производство малеата касторового масла с использованием методологии поверхности отклика. Результаты показали, что использование радикального инициатора увеличило скорость реакции, что привело к сокращению времени реакции и повышению производительности. Оптимальные рабочие условия были найдены при 120°C, 1 моль малеинового ангидрида/моль касторового масла и 0,005 моль DTBP/моль касторового масла, выход малеата касторового масла 90,2% за 90 мин.

В работе [12] было обнаружено, что моноэфиры малеинового ангидрида и этиленоксидных аддуктов ряда C₁₂₋₁₄ s-спиртов дают количественный выход при температуре реакции ниже 70°C с катализатором из ацетата натрия. При температуре реакции выше 100°C диэфиры, образующиеся в результате последовательной реакции, снижают выход моноэфиров. Настоящие результаты были получены с помощью потенциометрии для определения общей кислоты, малеиновой кислоты и моноэфира. Обсуждается также кинетика реакции.

Расчетно-экспериментальный анализ этерификации малеинового ангидрида с использованием спиртов с прямой цепью использовали в качестве модели для исследования формирующегося продукта [13]. Было установлено, что образуются как моноэфирные, так и диэфирные продукты. При параметрах эксперимента для спиртов до 1-пропанола. Вычислительная модель с использованием полуэмпирических расчетов обнаружила, что различия более 50 кДж/моль производил моноэфир как единственный продукт. Однако при разнице энергий менее 50 кДж/моль, обнаружены как диэфир, так и моноэфир. Это показывает хорошую связь между экспериментальными данными и математическими расчетами для предсказания образования продукта (табл. 2).

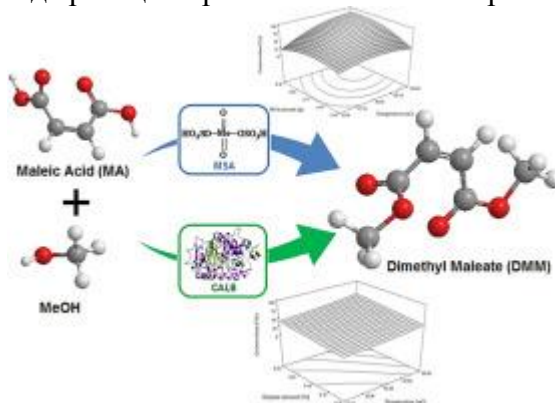
Таблица 2

Выходы продуктов реакции этерификации малеинового ангидрида спиртами линейного строения при температуре 60°C и времени реакции 5 ч.

Спирт	Выход моноэфира, %	Выход диэфира, %
Метанол	55	25
Этанол	56	12
1-Пропанол	66	2
1-Бутанол	77	-
1-Пентанол	76	-
3-Пентанол	80	-
1-Гексанол	29	-
1-Октанол	29	-
1-Деканол	-29	-

В работе [14] были изучены два различных экологически безопасных метода синтеза эфира диметилмалеата (ДММ). Первый метод включает применение молибдата серной кислоты (МСА) в качестве твердого кислотного катализатора при этерификации малеиновой кислоты метанолом. Было определено влияние трех параметров, а именно температуры, времени и количества катализатора, на выход продукта. Используя методологию поверхности отклика (RSM), основанную на центральной композитной вращающейся

конструкции (CCRD), максимальная конверсия малеиновой кислоты (87,6%) была получена при условиях реакции 120°C, 0,27 г MSA и 103 мин. В другом методе ДММ был синтезирован путем ферментативной этерификации с использованием иммобилизованного фермента *Candida антарктическая липаза В* в качестве катализатора. Максимальная конверсия составила 72,3% при оптимальных условиях: 62,5 °С, 0,27 г фермента и 249 мин. Исследование возможности повторного использования показало, что МСК потерял свою каталитическую активность после пяти циклов. Однако иммобилизованный фермент сохранял свою активность и стабильность. Результаты показали, что оба использованных метода эффективны для синтеза ДММ. Более высокая конверсия может быть достигнута при использовании МСК в качестве катализатора, что может быть компенсировано лучшей возможностью повторного использования фермента. Реакция, катализируемая ферментами, была более энергоэффективной, но для получения максимального выхода реакции требовалось больше времени.



Новая тройная ундекавольфрамтитановая гетерополикислота ($\text{H}_4\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})\text{TiW}_{11}\text{O}_{39}$) была успешно синтезирована методом ионного обмена-концентрирования. Она была использована в качестве катализатора этерификации малеинового ангидрида 2-этилгексоловым спиртом в жидкой фазе. Влияние времени реакции, соотношения ангидрида к спирту и количества водоносителя толуола при синтезе ди-2-этилгексилмалеата были исследованы и найдены оптимальные условия для синтеза сложного эфира. Катализатор имеет хорошие преимущества, такие как высокая скорость этерификации, меньшее потребление катализатора [15].

Синтезированы четыре эфира янтарной и малеиновой кислот, разделены с помощью тонкослойной хроматографии (ТСХ) и идентифицированы с помощью масс-спектрометрии с лазерной десорбцией/ионизацией с использованием матрицы (MALDI-MS) [16]. Сравнение матричных материалов показало, что 2,6-дигидроксibenзойная кислота (2,6-ДГБ) обеспечивает более высокую эффективность ионизации, чем 2,5-ДГБ до разделения ТСХ. Положение каждого образца сложного эфира на пластине для ТСХ оценивали путем сравнения проявленной пластины с дублирующей пластиной, визуализированной путем погружения в раствор. Как правило, масс-спектры, полученные с визуализированных пластин, были относительно плохими. Воспроизводимые масс-спектры с высоким содержанием пиков было трудно получить, используя матрицу 2,6-DHB из сырых синтетических эфиров, экстрагированных с пластин для ТСХ. Значительные улучшения как воспроизводимости, так и чувствительности были достигнуты при использовании грифеля карандаша в качестве матрицы MALDI. Текущая методология будет полезна химикам-органикам, поскольку она может служить руководством для простой и быстрой характеристики малых органических соединений.

Изучены реакции 1,1-диэтоксифталана с диэтилмалеатом и малеиновым ангидридом [17]. Реакция с диэтилмалеатом в запаянной пробирке дала смесь диэтил-1-гидроксиафталин-2,3-дикарбоксилата и его О-этилпроизводного. Те же реагенты при атмосферном давлении давали указанный выше этоксиэфир вместе со смесью изомерных диэтил-1,2-дигидро-1-гидрокси-4-этоксинафталин-2,3-дикарбоксилатов. Реакция с

малеиновым ангидридом дала только ангидрид диэтил-1-этоксинафталин-2,3-дикарбоновой кислоты. Эти реакции обеспечивают дальнейшее понимание механизма реакции фталанов с диенофилами.

Проведена разработка оптимального непрерывного процесса этерификации этанола малеиновой кислотой с использованием поверхностно-модифицированного катализатора, функционализированного сульфоновой кислотой, в стеклянном реакторе с насадкой (внутренний диаметр 3 см и высота 46 см) при 80°C [18]. Оптимизацию веса катализатора (г) и скорости потока сырья (мл/мин) проводили с использованием методологии поверхности отклика (RSM) — Central Composite Design (CCD). Непротиворечивость статистической модели, разработанной CCD, была проверена с использованием дисперсионного анализа (ANOVA). Оптимальными условиями для конверсии малеиновой кислоты являются масса катализатора 26,42 г и скорость потока сырья 3,11 мл/мин. Было обнаружено, что предсказанная конверсия и фактическая конверсия малеиновой кислоты составляют 47,83 и 46,89 % соответственно при доверительном уровне 95 % $\pm 0,22$. Сравнение обычного реактора периодического действия с реактором с уплотненным слоем в оптимизированных условиях показывает, что требуемое количество катализатора на грамм малеиновой кислоты меньше в PBR. Полученные результаты показывают, что RSM-CCD можно адаптировать для преобразования малеиновой кислоты в этерификации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Sirsam R., Usmani Gh. Kinetic study for the synthesis of diethylmaleate over cation exchange resin Indion 730 // *International Journal of Chemical Engineering and Applications*. 2013. Vol. 4, N 4. pp. 217-220
2. Bartoszewicz M., Kulawska M., Organek W. Kinetic investigations on esterification of maleic anhydride with butanols // *Chemical and Process Engineering*. 2020. Vol. 41, N 4. pp. 293-306
3. Merca E., Poraicu M., Tribunescu P. Kinetics of maleic monoester formation with n-butanol // *Bull. Stiint. The. Inst. Politeh. Ser. Chim*. 1978. Vol. 23. pp. 160-163
4. Mazo P.C., Estenoz D., Rios L.A. Kinetics of the esterification of maleic anhydride with castor oil // *Latin American Applied Research*. 2011. Vol. 41, N 1. pp. 11-15
5. Pat. US 3979443A. 1972 Process for the preparation of esters of maleic acid with monohydric alcohols / Schwartz A., Cooley S. /
6. Mulay A., Rathod V.K. Esterification of maleic acid and butanol using cationic exchange resin as catalyst // *Journal of Chemical Sciences*. 2017. Vol. 129. Pp. 1713-1720
7. Dymicky M., Buchanan R. Preparation of n-monoalkyl maleates and n-mono- and dialkyl fumarates // *Organic Preparations and Procedures International*. 1985. Vol. 17, N 2. pp. 121-131
8. Hao X.R., Dong L.Y., Yu Z.Q., Wang W. Synthesis of dimethyl maleate by catalytic distillation // *Journal of Chemical Sciences*. 2003. Vol. 114. Pp. 342-349
9. Wang T.G., Shen Y.M. Reaction Kinetics of Methanol and Maleic Anhydride // *Advanced Materials Research*. 2011. Vol. 233-235. Pp. 1623-1627
10. Pat. CN 106631784A. 2016. Synthesis process of dimethyl maleate
11. Maia D., Fernandes F. Production of castor oil maleate using di-tert-butyl peroxide as free radical catalyst // *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 2018. Vol. 35, N 2. Pp. 699-708
12. Kurata N., Rakutani K., Takakiyo G. Preparation of Maleic Mono-ester Salt. Anionic Surfactants Derived from Ethylene Oxide Adducts of s-Alcohols. // *Journal of Japan Oil Chemists Society*. 1993. Vol. 42, N 3. Pp. 196-203
13. Earl B., Cooper J., Jamison J., Long W. Computational and Experimental Probing of Product Formation and Reaction Energies for the Esterification of Maleic Anhydride Derived Surfactants using Microwave Energy // 11-th International Electronic Conference on Synthetic Organic Chemistry. ECSOC-11. 2007. USA. pp. 1-13

14. Estandmaz S., Chaibakhsh N., Moradi Z., Mohammadi A. Eco-friendly synthesis of maleate ester: A comparison between solid acid and enzyme-catalyzed esterification // Sustainable Chemistry and Pharmacy. 2018. Vol. 8, N 6, pp. 82-87
15. Ren Y., Wang Q., Liu T., Yan J.S. The Synthesis of Multi-heteropoly Acid Containing Titanium and Its Application on Esterification Reaction // International Workshop on Materials, Chemistry and Engineering. 2018. Pp. 621-624
16. Kim H-H., Han S-P., Kwon K-J. Detection of Long Alkyl Esters of Succinic and Maleic Acid Using TLC-MALDI-MS // Bulletin of the Korea Chemical Society. 2011. Vol. 32, N 3. Pp 915-920
17. Contreras L., MacLean D. Reactions of phthalans with dienophiles. II. Synthesis of naphthalenes and dihydronaphthalenes by reaction of ethyl maleate and maleic anhydride with 1,1-diethoxyphthalan // Canadian Journal of Chemistry. 2011. Vol. 58, N 23. Pp. 2580-2583
18. Sirsam R., Usmani Gh. Esterification of Ethanol and Maleic Acid in Packed Bed Reactor Catalyzed by Sulfonic Acid Functionalized Silica (SAFS) // Recent Advances in Chemical Engineering. 2016. Pp. 41-48

Информация об авторах

С.Т. Алиева – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории «Циклоолефины».

Information about the authors

S.T. Aliyeva – Ph.D., leading researcher laboratory of "Cycloolefins".

Рена Ахад гызы Асадова

Институт нефтехимических процессов им. Ю. Г. Мамедалиева Национальной Академии наук Азербайджана, Баку, Азербайджан, r.asadova88@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

Аннотация. В статье представлены перспективы применения стимуляторов роста растений для сельскохозяйственных и декоративных культур. Показаны основные представители регуляторов роста растений и рассмотрены основные растительные культуры для их применения. Изучено влияние различных регуляторов роста на развитие и урожайность растений.

Ключевые слова: стимуляторы роста растений, фитогормоны, ауксин, серотонин, бактерии

Rena A.Asadova

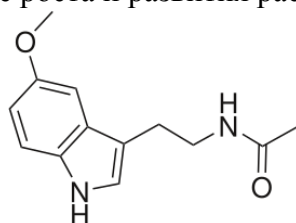
Institute of Petrochemical Processes named after acad. Yu. H. Mammadaliyev of the National Academy of Sciences of Azerbaijan ,Baku, Azerbaijan, r.asadova88@mail.ru

APPLICATION OF PLANT GROWTH STIMULANTS

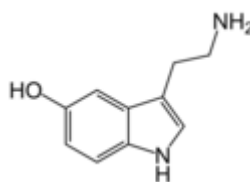
Abstract. The article presents the prospects for the use of plant growth stimulants for agricultural and ornamental crops. The main representatives of plant growth regulators are shown and the main plant cultures for their use are considered. The influence of various growth regulators on the development and productivity of plants has been studied.

Keywords: plant growth stimulants, phytohormones, auxin, serotonin, bacteria

Фитогормоны или регуляторы роста растений играют решающую роль в процессе роста и развития растений. Помимо традиционных промышленных гормонов, изученных до сих пор (ауксин, гиббереллины, цитокинин, абсцизовая кислота), сообщается о различных других биомолекулах, способных действовать как гормоны [1]. Несколько новых регуляторов роста растений, обнаруженных в недавнем прошлом, включают такие соединения, как мелатонин, серотонин, стриголактон, гарцианолид и каррикины. Мелатонин и серотонин, которые ранее изучались исключительно в связи с их функцией нейротрансмиттера у животных, также широко сообщаются и для растениях. Эти два гормона выполняют определенные функции во время биотических и абиотических стрессов, а также в процессе роста и развития растений.



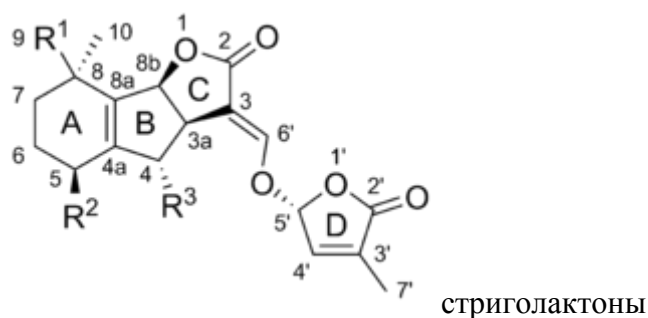
мелатонин



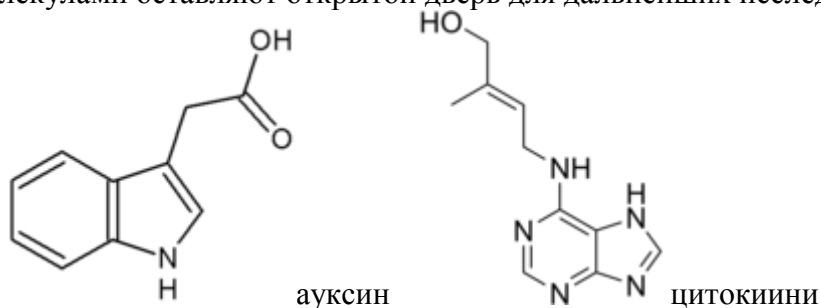
серотонин

С другой стороны, стриголактон, о котором ранее сообщалось как о стимуляторе прорастания для некоторых видов сорняков, также играет важную роль в модификации архитектуры растений. Стриголактон также придает устойчивость растениям во время абиотических стрессов, то есть засухи, засоления, стресса от тяжелых металлов,

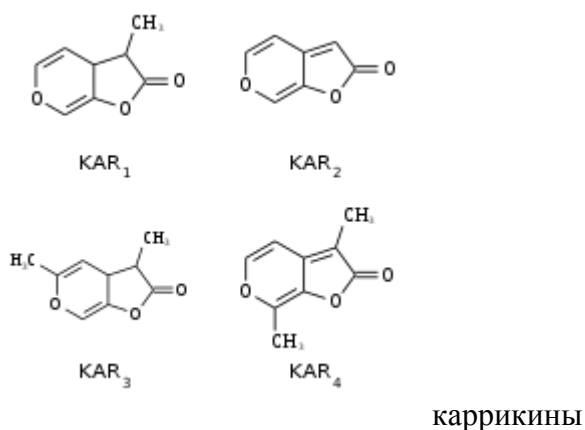
температуры, голодания по питательным веществам, а также различных биотических стрессов.



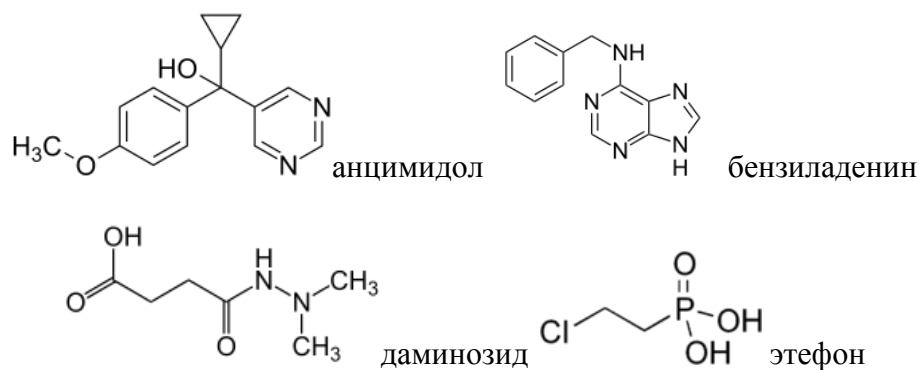
Может использоваться вместе с основными растительными гормонами - ауксином и цитокинином для регуляции органогенеза. Доклады, разъясняющие природу этих новых открытых биомолекул, их влияние на процессы роста и развития растений, а также их взаимодействие с другими традиционными гормонами и другими органическими и неорганическими молекулами оставляют открытой дверь для дальнейших исследований.



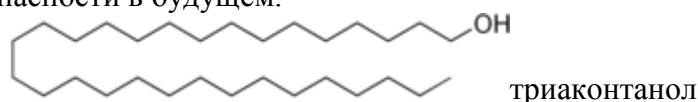
Гарцианолид, выделенный из *Trichoderma harzianum* изучали на предмет его роли в росте растений и системной устойчивости. Эти вторичные метаболиты *Trichoderma* способствуют росту за счет лучшего развития корней и активации защитных реакций растений. Каррикины представляют собой группу регуляторов роста растений. Известно, что в дыму горящего растительного сырья стимулируется прорастание семян. В этой статье проводится обзор литературы, описывающих данные о различных новых регуляторах роста растений и их потенциальной роли в сельском хозяйстве.



Отмечается [2], что регуляторы роста растений, применяемые к тепличным культурам, могут подавлять или стимулировать рост, усиливать ветвление, а также стимулировать или задерживать цветение. В работе приведен обзор новых регуляторов роста растений

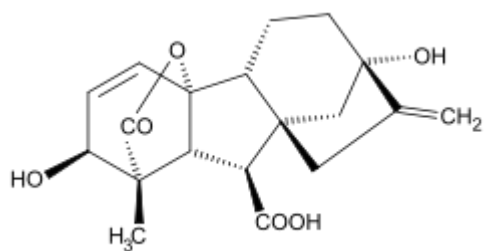


В работе [3] было исследовано влияние нового регулятора роста растений, триаконтанола (TRIA), на рост и урожайность растений рода *Pisum sativum L.* Эксперимент проводился в полевых условиях в Перу с использованием полностью рандомизированного блочного дизайна с восемью обработками и тремя повторениями. Обработки заключались в некорневом применении только TRIA и во всех возможных комбинациях с тремя регуляторами роста растений на основе ауксинов (AUX), гиббереллинов (GA) и цитокининов (СК) на растениях гороха сорта *v. Рондо*. Самые высокие урожаи зеленых стручков были получены при применении TRIA+AUX+GA+СК и TRIA+AUX+СК. TRIA+AUX увеличивших значения переменных урожайности, тогда как TRIA+GA увеличил значения морфологических переменных. TRIA+СК показал стимулирующий эффект на морфологические параметры и количество зерен в стручке, в то время как TRIA+AUX+СК действовал синергетически на показатели урожайности, поскольку их совокупный эффект перевешивал эффект каждого регулятора роста в отдельности. Обработка TRIA превзошла контрольную обработку по параметрам урожайности, что указывает на ее большой потенциал для использования в устойчивом сельском хозяйстве для обеспечения продовольственной безопасности в будущем.

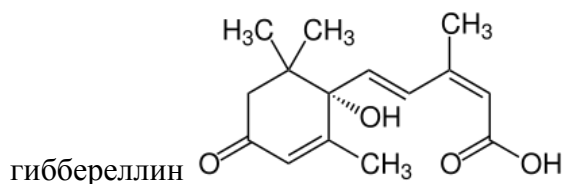


Сообщается [4,5], что гормоны роста растений представляют собой структурно не связанный набор небольших молекул, полученных из различных основных метаболических путей. Эти соединения являются важными регуляторами роста растений и опосредуют реакцию как на биотические, так и на абиотические стрессы. За последние десять лет в биологии растительных гормонов произошло много захватывающих достижений, включая новые открытия в области биосинтеза, транспорта, восприятия и реакции гормонов. В настоящее время идентифицированы рецепторы для многих основных гормонов, что дает новые возможности для изучения химической специфичности передачи сигналов гормонов. Эти исследования также выявили удивительно важную роль убиквитин-протеасомного пути в передаче сигналов гормонов. Кроме того, недавняя работа подтверждает, что передача сигналов гормонов взаимодействует на нескольких уровнях во время роста и развития растений. В будущем главной задачей станет понимание того, как информация, передаваемая этими простыми соединениями, интегрируется в процессе роста растений.

В исследовании [6] изучали влияние некоторых регуляторов роста растений в культуральной среде бактерий *Proteus mirabilis*, *P. vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus megaterium*, *B. cereus*. Для определения уровней этих регуляторов роста растений использовали метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Результаты показывают, что бактерии, использованные в этом исследовании, синтезировали регуляторы роста растений, ауксин, гиббереллин, цитокинин и абсцизовую кислоту.



абсцизовая кислота



гиббереллин

В работе [7] использовали синергетическую способность красного перца и помидоров стимулировать рост растений с помощью выбранных многофункциональных регуляторов роста растений: *Bacillus subtilis AH18* и *Bacillus licheniformis K11*. Оба штамма PGPR *B. licheniformis K11* и *B. subtilis AH18* продуцировали ауксины, противогрибковую β-глюканназу и сидерофоры и были способны растворять нерастворимые фосфаты. Ауксины, продуцируемые *B. subtilis AH18* и *B. licheniformis K11*, очищали и идентифицировали из культуральных фильтратов с использованием колонки PVP, колоночной хроматографии Sephadex LH-20, ВЭЖХ, ГХ-МС и 1Н-ЯМР. Было подтверждено, что очищенный ауксин AH18 содержит производные, состоящие из IAA с молекулярной массой 175, IBA с молекулярной массой 203 и IPA с молекулярной массой 189. Соотношение количества образующегося ауксина AH18 было следующим: IAA:IBA:IPA=1:1,5:2,6. Очищенный ауксин K11 состоял из ИМК с молекулярной массой 203. *B. licheniformis K11* и *B. subtilis AH18* стимулировали прорастание семян и рост корней красного перца, помидоров, зеленого лука и шпината. В частности, у растений красного перца и помидоров наблюдалось увеличение роста корней, стеблей и листьев до 20%. Когда горшки одновременно обрабатывали комбинацией ауксина AH18 и ауксина K11, скорость роста растений красного перца и томата была более чем на 20% выше, чем при обработке одним ауксином.

Абиотические стрессы растут во всем мире угрожающими темпами [8, 9]. Напротив, спрос на продукты питания постоянно растет с ростом населения, и стресс от солей, как сообщается, является основным стрессом, влияющим на фотосинтетический аппарат и тем самым снижающим рост и урожайность. Галотолерантные растения, стимулирующие рост ризобактерий, обладающие способностью работать в условиях солевого стресса и способствующие росту растений, наряду с усиленным синтезом вторичных метаболитов, включая фитогормоны (индолуксусная кислота (ИУК) и летучие соединения, широко изучаются. В настоящей работе описывается выделение, характеристика и идентификация ИУК, продуцирующих галотолерантный PGPR из ризосферы *Cumin cuminum* культивируемая в засоленных районах Каччха, Гуджарат, Индия. Первоначально способность к секреции ИУК была оценена для 20 бактериальных изолятов, и для дальнейших исследований были отобраны три потенциальных изолята, которые обладали способностью синтезировать ИУК в солевых условиях (2% мас./об. NaCl). Культуры были идентифицированы как *Bacillus subtilis*, *Rheinheimera* sp. и *Rhizobium* sp. путем частичного секвенирования гена 16S рРНК нуклеотидные последовательности были отправлены в NCBI, GenBank. Способность продуцировать ИУК в условиях солевого стресса была оценена для всех трех культур и составила $250 \pm 0,1$ мкг/мл, $220 \pm 0,1$ мкг/мл и $200 \pm 0,1$ мкг/мл для *Rheinheimera* sp. *Ризобиум* sp. а также *Bacillus subtilis* соответственно. Суммарная оценка биосинтеза ИУК *Rheinheimera* sp. проводили с помощью ТСХ и ВЭЖХ экстрагированного ИУК и эталонных индольных соединений. Это первый случай, когда *Rheinheimera* sp. выбран для производства IAA и разработки гало-толерантного PGPR для полевых исследований и приложений.

Ризобактерии, стимулирующие рост растений, обладают способностью колонизировать корни растений и увеличивать их рост и урожайность с помощью различных механизмов [10]. Большинство псевдомонад относятся к PGPR и могут продуцировать гормоны роста растений, такие как ауксины. Производство ауксина является одним из

наиболее важных механизмов, используемых бактериями для развития корней растений, их роста и получения урожая. В этом исследовании было взято 52 образца ризосферной почвы пшеницы в разных провинциях и выделен и идентифицирован 181 изолят флуоресцентных псевдомонад. Оценивали продукцию ауксина изолятами, а также оценивали влияние концентрации *trp* на продукцию ауксина. На следующем этапе были отобраны 24 изолята с низкой, средней и высокой способностью к продукции ауксинов, которые были использованы для инокуляции растений пшеницы в теплице. Измеряли сырую и сухую массу побегов и корней, длину корней, а также изучали морфологию корней и корневых волосков. Шесть отобранных изолятов использовали для оценки их воздействия на пшеницу в полевых экспериментах в Фарсе, Керманшахе, Мазандаране, Семнани, Хорасане и Дезфуле. Результаты показали, что выделенные продуцировали ауксины в диапазоне от 0,31 до 77,9 мкг/мл. изолированные, принадлежащие *Pseudomonas putida* и *P. aeruginosa*, продуцировали больше ауксина, чем изоляты *P. fluorescens*. Инокуляция изолятов улучшала сырую и сухую массу корней и побегов растений, но по-разному влияла на длину корней. Некоторые изоляты отрицательно влияли на длину корня.

Свободноживущие бактерии, которые активно колонизируют корни растений и оказывают положительное влияние на развитие растений, называются стимуляторами роста растений. Бактерии, стимулирующие рост растений, могут способствовать росту растений и использовать свой собственный метаболизм для растворения фосфатов, выработки гормонов и фиксации азота, а также они могут напрямую влиять на метаболизм растений. PGPR также увеличивает поглощение растениями воды и питательных веществ, улучшая развитие корней и повышая ферментативную активность растений; кроме того, PGPR может стимулировать другие микроорганизмы как часть синергетического эффекта для улучшения их воздействия на растения, способствуя росту растений или подавляя патогены. Многие исследования показали несколько преимуществ использования PGPR на кукурузе и сахарном тростнике. Эти бактерии являются отличной альтернативой для фермеров, позволяющей сократить использование химических удобрений и пестицидов, не оказывая воздействия на окружающую среду и снижая урожайность. Настоящий обзор представляет собой попытку прояснить концепцию ризобактерий в текущем сценарии и их основные механизмы стимулирования роста растений с последними обновлениями [11].

В теплице был проведен эксперимент для изучения доступности фосфорных удобрений в кислых почвах и оценки влияния фосфорных и синтетических фитогормонов на урожайность и поглощение питательных веществ кукурузой (сорт Голда ФАО-240). Почву известковали 1,05 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и 12,2 г $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ на 1,7 кг почвы по кривой Дженсена. Фосфор применяли в виде моноаммонийдигидрофосфата из расчета 0, 26 и 52 мг Р на 1,7 кг почву путем внесения с использованием нейтрального компоста в качестве буферного материала. В качестве экзогенных фитогормонов применяли бензиладенин (БА) и гиббереллин (ГА). Азот, калий, магний, медь, марганец, цинк, бор и молибден равномерно наносили на все горшки. В вариантах с внесением фосфорных удобрений без БК выход сухого вещества и поглощение Р растениями были выше на 15,9 и 19,5% соответственно по сравнению с результатами Р с БК. Аналогичным образом, в вариантах, где применялись фосфорные удобрения без ГА, выход сухого вещества и поглощение фосфора растениями были выше на 9 и 15,4% соответственно [12].

Двухлетний полевой эксперимент был проведен в филиале Варагин-Пишва Исламского университета Азад, Иран, для изучения влияния стресса от засухи и внекорневого применения некоторых гормонов на рост сафлора [13]. Стресс засухи индуцировали на трех уровнях и рассматривали в качестве основных участков. Полив после истощения воды на 75% считался нормальным поливом (контроль), полив после истощения воды на 60 и 45% определялся как умеренная и сильная засуха, соответственно. Внекорневое внесение гуминовой кислоты (ГК), салициловой кислоты (СК), гибберелловой кислоты (ГАЗ), аскорбиновой кислоты (АК), воды и нелиственное внесение рассматривали как

подучастки. Основное влияние режимов орошения было значительным на урожай семян, выход масла, пальмитиновую кислоту и эффективность использования воды (ЭИВ). Кроме того, основной эффект внекорневых подкормок был значимым для урожая семян, выхода масла, стеариновая кислота и WUE. Нормальное орошение дало максимальный выход масла (2270 кг/га), который снизился на 25,9% и 37,1% при слабом и сильном стрессовых режимах соответственно. Максимальный и минимальный выходы масла получены при применении СК и внекорневой обработки со средними значениями 1970 и 1357 кг/га соответственно. Хотя содержание пальмитиновой кислоты увеличивалось в условиях засушливого стресса, содержание олеиновой кислоты в таких условиях значительно снижалось. Текущие данные свидетельствуют о том, что внекорневое применение СК может быть рекомендовано при оптимальном водоснабжении для повышения качества и количества масличных семян сафлора.

Стимулирующее действие гуминовых веществ (ГВ) на рост растений наблюдалось и широко документировано [14]. Исследования часто показывали положительное влияние на прорастание семян, образование корней и общую биомассу растений. Последовательность этих наблюдений была неопределенной, в основном из-за отсутствия понимания механизма стимулирования роста растений. Часто эти эффекты связывают с прямым действием гормонов роста растений; тогда как в других случаях термин «гормоноподобная активность» использовался для описания стимуляции роста растений. Тем не менее, исследователям не удалось доказать наличие в препаратах ГВ регуляторов роста растений, либо представленные доказательства остаются неубедительными. В настоящем исследовании была постулирована и проверена альтернативная гипотеза, предполагающая, что усиление роста растений, выращенных в питательном растворе (НП), содержащем ГВ, является результатом улучшения доступности микроэлементов, в частности Fe. Питательные растворы, содержащие N, P, K, Ca, Mg, S, B, Mo, Cu, Mn, Zn и Fe в концентрациях, считающихся оптимальными для роста растений, тестировали на растворимость Fe, Zn и Mn, 7 дней после подготовки. Кроме контрольных растворов при значениях pH 5, 6, 7 и 7,5 в растворы добавляли от 0 до 200 мг л леонардитовой гуминовой кислоты (ГК) и проверяли на растворимость Fe и Zn. ГК значительно увеличивала содержание в растворе Fe во всех испытанных растворах и Zn при pH 7,5. Mn в основном оставался в растворе в неорганической форме. Эксперименты по выращиванию растений проводились как на двудольных растениях (дыни и соя), так и на однодольных растениях *Poaaceae* (*райграс*) из-за значительной разницы в их механизме поглощения Fe. У растений, выращенных без Fe, наблюдался серьезный дефицит Fe, который можно было лишь частично восполнить добавлением минеральных солей Fe. Добавление ГК или фульвокислоты (ФК) без добавления Fe и Zn приводило к частичному усилению роста и коррекции дефицита Fe или ни к одному из двух результатов в различных экспериментах. Это позволяет предположить, что эффект усиления роста, наблюдаемый в растворах, содержащих Fe, Zn и HS, был связан с микроэлементами, а не с фитогормонами. Тем не менее, добавление Fe, Zn и ЭДТА, ГК или ФК приводило к здоровым, богатым хлорофиллом растениям и усилению роста, тем самым предоставляя доказательства того, что улучшенное питание Fe и, возможно, Zn является основным механизмом стимуляции роста растений с помощью HS. Использование термина «гормоноподобная активность» может быть результатом сходства физиологических эффектов, получаемых у растений, получающих достаточное количество Fe и Zn.

Регуляторы роста растений представляют собой огромную группу веществ, которые способны изменять модель роста растений и могут использоваться для улучшения роста и продуктивности растений [15]. Исследование было проведено на пастбищах Силян-Гол во Внутренней Монголии (Китай), чтобы установить рост и производство биомассы *Stipa krylovii* в ответ на экзогенное применение различных регуляторов роста в различных концентрациях, а именно. нафталин-уксусная кислота (НАА), 6-бензиламинопурин (6-ВА), брассиностероид (БР), нитрофенолят натрия (СНФ) и форхлорфенурон, а также

гибберелловая кислота (ГА3). Применение регуляторов роста значительно увеличило рост и производство биомассы *S. krylovii*. Высота вегетативного побега была увеличена в основном за счет применения 100 мг/л ГА3, тогда как высота репродуктивного побега увеличилась на 25 мг/л 6-БК, 100 мг/л SNP + 5 мг/л форхлорфенурана и 50 мг/л SNP + 2,5 мг/л форхлорфенурана по сравнению с контролем. Свежую биомассу увеличивали путем внесения 0,02 мг/л BR, 10 мг/л SNP + 0,5 мг/л-форхлорфенурана и 50 мг/л SNP + 2,5 мг/л форхлорфенурана. Применение 5 мг/л 6-БК и 50 мг/л SNP + 2,5 мг/л форхлорфенурана оказалось более полезным для улучшения сухой биомассы *S. krylovii* по сравнению с контролем. В заключение, экзогенное применение различных регуляторов роста улучшило рост и производство биомассы *S. krylovii*. Кроме того, более эффективным было применение СНП + форхлорфенурон и 6-БА. 5 мг/л форхлорфенурана и 50 мг/л SNP + 2,5 мг/л форхлорфенурана.

Исследования в области применения новых регуляторов роста растений также сообщались в работах [16-22]. В этих работах показана перспектива использования новых фитогормонов для улучшения роста и развития как пищевых, так и декоративных растений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ankita M., Debasish P. Novel Plant Growth Regulators and their Potential Uses in Agriculture // International Journal of Bioresource and Stress Management. 2017. Vol. 8. N 6. Pp. 820-826
2. Garrett Owen W., Whipker B. Overview of plant growth regulators for greenhouse production // Abstracts of Michigan State University Extension. 2019. N 2. Pp. 245-253
3. Cantaro-Segura H., Huaranga-Joaquin A. Interaction of triaccontanol with other plant growth regulators on morphology and yield of field pea (*Pisum sativum* L.) // Agronomia Colombiana. 2021. Vol. 39. N 2. Pp. 5305-5314
4. Santner A., Calderon-Villalobos L.I., Estelle M. Plant hormones are versatile chemical regulators of plant growth // Natural Chemical Biology. 2009. N 5. Pp. 301-307
5. Kamiya Y. Plant Hormones. Versatile Regulators of plant growth and development // Annual Review of Plant Biology. 2010. Vol. 61. N 2. Pp. 146-152
6. Karadeniz A., Topcuoglu S.F., Inan S. Auxin, Gibberellin, Cytokinin and Abscisic Acid Production in Some Bacteria // World Journal of Microbiology and Biotechnology. 2006. Vol. 22. N 10. Pp. 1061-1064
7. Lim J-H., Sang D-K. Synergistic plant growth promotion by the indigenous auxins-producing PGPR *Bacillus subtilis* AH18 and *Bacillus licheniformis* K11 // Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry. 2009. Vol. 52. N 3. Pp. 531-538
8. Rupal Sh., Raval K,R, Saraf M. Biosynthesis and purification of indole-3-acetic acid by halotolerant rhizobacteria isolated from Little Runn of Kachchh // Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 2020. Vol. 23. N 1. Pp. 101435-101442
9. Teboho N., Malebe M., Tugizimana F. Bacillus for Plant Growth Promotion and Stress Resilience: What Have We Learned? // Plants. 2022. Vol. 11. Pp. 2482-2503
10. Areo J. Application of PGPR producing plant growth hormones to Increase Wheat yield Agricultural Research and Educational Organization. 2013. 76 p.
11. Mendes dos Santos R., Escobar P.A., Lana Ber L., Rigobelo E. Use of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria in Maize and Sugarcane: Characteristics and Applications // Frontiers in Sustainable Food Systems. 2020. N 9,. Pp. 156-163
12. Ageguehu G., Taye G. Plant hormone effects on growth and nutrient uptake of maize in acidic soils of the humid tropics // SINET Ethiopian Journal of Science. 2003. Vol. 27. Pp. 17-24
13. Heyd M., Moghadam T., Chooshchi F., Modarres S.A. Foliar Application of Humic Acid and Some Exo-and Endophytic Growth Hormones on Yield, Yield Components and Fatty Acid

- Composition in Safflower (*Carthamus tinctorius L.*) under Drought Stress // Journal of Agricultural Sciences. 2021. Vol. 27. N 4. Pp. 500-508
14. Chen Y., Clapp C.E., Magen H. Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances: The role of organo-iron complexes // Soil Science and Plant Nutrition. 2004. Vol. 50. N 7. Pp. 1089-1095
15. Jun L.Y., Feng Z.X., Anjum S.A., Xuan S.L. Application of Plant Growth Regulators to *Stipa krylovii* in the Xilin Gol Grassland // Planta Daninha. 2018. Vol. 36. Pp. 49-54
16. Lebedev V., Schestibratov K. Effect of natural and synthetic growth stimulators on in vitro rooting and acclimatization of common ash (*Fraxinus excelsior L.*) microplants // Natural Science. 2013. Vol. 5. N 10. Pp. 1095-1101
17. Karamany M.F., Sadak M., Bakry A. Improving quality and quantity of mungbean plant via foliar application of plant growth regulators in sandy soil conditions // Bulletin of the National Research Center. 2019. Vol. 43. N 1. Pp. 61-67
18. Bashir M.A., Rehim A., Raza Q., Muhammad H. Biostimulants as Plant Growth Stimulators in Modernized Agriculture and Environmental Sustainability // Technology in Agriculture. 2021. 234 p.
19. Rostami S., Azhdamoor A. The application of plant growth regulators to improve phytoremediation of contaminated soils: A review // Chemosphere. 2019. Vol. 220. N 4. Pp. 818-827
20. Llanes A., Iparraguirre J., Masciarelli O., Maria N., Luna V. Foliar application of phytohormones enhances growth of maize and soybean seedlings // Revista de Investigaciones Agropecuarias. 2019. Vol 45, nVol. 1. pp. 61-66
21. Shukla P., Mantin E.G., Adil M., Bajpal S., Critchey A. *Ascophyllum nodosum*-Based Biostimulants: Sustainable Applications in Agriculture for the Stimulation of Plant Growth, Stress Tolerance, and Disease Management // Front. Plant Sci. 2019. Vol. 29. N 10. Pp. 655-671
22. Amir R., Munir F., Khan M., Jabal T. Use of Plant Hormones for the Improvement of Plant Growth and Production Under Salt Stress // Salt Stress, Microbes, and Plant Interactions: Causes and Solution pp 52019. Vol. 2. Pp. 59–90

Информация об авторе

P.A. Asadova – докторант лаборатории «Биологически активные природные вещества».

Information about the author

R.A. Asadova – doctorant laboratory "Biologically active natural substances".

УДК 547.541.2.

Арзу Дамир кызы Астанова

Азербайджанский государственный педагогический университет, Баку, Азербайджан, arzu_86@mail.ru

ОСНОВАНИЯ МАННИХА В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ

Аннотация. В представленной статье обобщены результаты исследований в области синтеза и применения оснований Манниха в качестве ингибиторов коррозии, осуществленные в последние два десятилетия. Изучены основные факторы, оказывающие влияние на эффективность ингибирования (концентрация ингибитора, температура, природа субстратов и др.). Показаны основные экспериментальные методы, используемые для определения эффективности ингибирования (метод потери массы, электрохимические методы, сканирующая электронная микроскопия, атомно-силовая микроскопия, метод краевого угла, потенциометрическая поляризация и др.).

Ключевые слова: основания Манниха, ингибиторы коррозии, реакция аминометилирования, сульфат-восстанавливающие бактерии

Arzu D. Astanova

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan, e-mail: arzu_86@mail.ru

MANNICH BASES AS CORROSION INHIBITORS

Abstract. This article summarizes the results of research in the field of synthesis and application of Mannich bases as corrosion inhibitors carried out in the last two decades. The main factors influencing the efficiency of inhibition (inhibitor concentration, temperature, nature of substrates, etc.) have been studied. The main experimental methods used to determine the inhibition efficiency (weight loss method, electrochemical methods, scanning electron microscopy, atomic force microscopy, contact angle method, potentiometric polarization, etc.) are shown.

Keywords: Mannich bases, corrosion inhibitors, aminomethylation reaction, sulfate-reducing bacteria

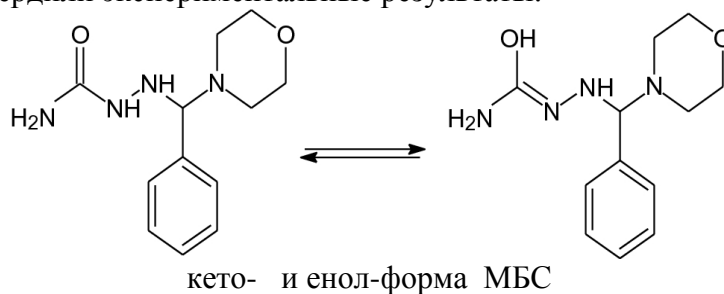
Основания Манниха обладают широким спектром областей применения, среди которых особо следует отметить их применения в качестве ингибиторов коррозии. В этой статье показаны результаты исследований, осуществленных в течение последних двух десятилетий в области синтеза и применения различных оснований Манниха в качестве ингибиторов различных видов коррозии.

Так, в работе [1] три новых бис-основания Манниха были синтезированы реакцией конденсации ацетофенона и формальдегида с различными алифатическими диаминами. Их поведение по ингибированию коррозии для стали N80 в 15% растворе HCl оценивали с помощью измерений потери веса, электрохимических испытаний, сканирующего электронного микроскопа (СЭМ), атомно-силовой микроскопии (АСМ), рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) и измерения краевого угла. Результаты показали, что эффективность ингибирования повышалась с увеличением концентрации, а также длины алкильной цепи ингибитора, при этом наилучшая эффективность ингибитора достигала 98,20% для 0,3% М-8-М в 15% HCl при 90°C. Электрохимические испытания показали, что эти ингибиторы относятся к смешанному контрольному типу. Результаты РФЭС и измерения краевого угла показали, что ингибиторы образуют плотный адсорбционный слой на поверхности стали N80. Механизм адсорбции ингибиторов подчиняется изотерме Ленгмюра, при этом физическая адсорбция и химическая адсорбция существуют одновременно. М-8-М

сравнивали с двумя коммерческими ингибиторами при повышенной температуре и дали удовлетворительную скорость коррозии 15,13 мм/год на стали N80 в 15% HCl при 120°C.

Основание Манниха 1-((Циклогексиламино)метил)мочевина было синтезировано и охарактеризовано с использованием спектров FT-ИК, ^1H ЯМР и ^{13}C ЯМР, а также испытано в качестве ингибитора коррозии для мягкой стали в 1 N. растворах HCl и H₂SO₄ с использованием методов потенциодинамической поляризации и импеданса переменного тока в диапазоне температур 303–333 К [2]. Эффективность ингибирования увеличивалась в зависимости от концентрации ингибитора и температуры в 1 N. HCl, тогда как эффективность ингибирования увеличивалась в зависимости от концентрации ингибитора и снижалась в зависимости от температуры. Результаты потенциодинамической поляризации показали, что ингибитор действует как ингибитор смешанного типа. Исследование импеданса переменного тока показывает, что коррозия стали в основном контролировалась процессом переноса заряда. Поверхностный анализ проводили с помощью метода СЭМ. Адсорбция ингибитора следует изотерме адсорбции Ленгмюра. Для получения информации о механизме ингибирующего действия рассчитывали параметры активации и адсорбции.

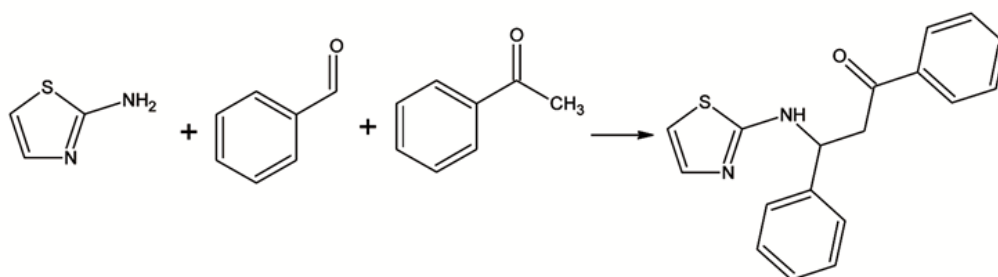
Ингибирующее действие основания Манниха - N-(1-морфолинобензил)семикарбазида (МБС), исследовали на коррозию АА6061 в 0,5 М растворе HCl при различных температурах 303-323 К. Тестирование проводилось методами потенциодинамической поляризации (PDP) и спектроскопии электрохимического импеданса (EIS). Эффективность ингибирования МБС улучшалась с увеличением его концентрации (0,01–2,56 мМ) и повышением температуры. МБС продемонстрировал смешанное поведение ингибитора во всех исследованных диапазонах концентраций и температур. МБС продемонстрировал максимальную эффективность ингибирования 98% при 2,56 мМ и 323 К. Ингибитор следовал смешанной адсорбции на поверхности сплава и подчинялся модели изотермы Ленгмюра. Результаты, полученные с помощью EIS, хорошо согласовывались с результатами PDP. Был предложен соответствующий механизм ингибирования коррозии АА6061. Адсорбция молекул ингибитора на поверхности сплава была подтверждена исследованием морфологии поверхности с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) и атомно-силового микроскопа (АСМ). Теоретические исследования с использованием теории функционала плотности (DFT) подтвердили экспериментальные результаты.



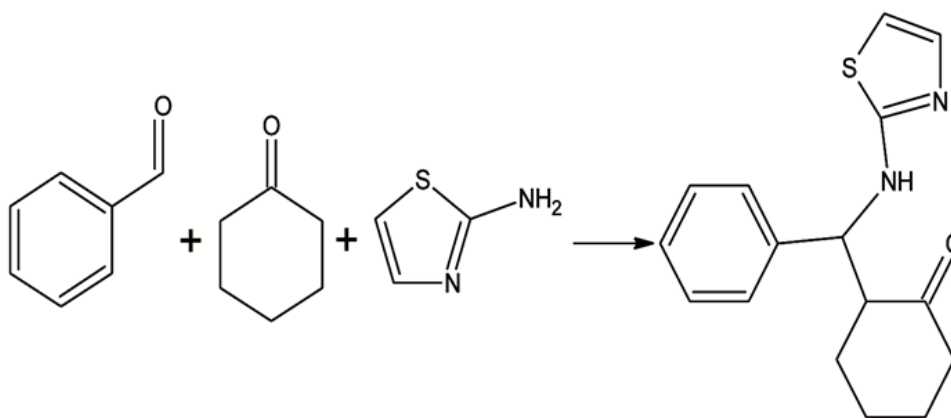
В работе [4] синтезирован ингибитор коррозии, содержащий атомы азота и сопряженную π -связь, а его конечный продукт, синтезированный по оптимальным условиям ортогональных результатов испытаний, назван основанием мульти-Манниха (МБТ). Ингибирующее действие ингибитора коррозии на стальной лист N80 оценивали в насыщенном CO₂ растворе, содержащем 3 мас.% NaCl; скорость коррозии составляла 0,0446 мм/год, а степень ингибирования коррозии составляла 90,4%. Согласно исследованиям в области электрохимии и теории адсорбции, МБТ представляет собой смешанный ингибитор коррозии, который в основном демонстрирует катодную подавляющую способность. Адсорбция МБТ на поверхности стального листа протекает по изотерме адсорбции Ленгмюра; он может самопроизвольно адсорбироваться на поверхности стального листа N80, что обеспечивает хороший эффект ингибирования коррозии. Поверхность стального листа N80 была микроскопически охарактеризована с помощью атомно-силового

микроскопа (АСМ). Из результатов видно, что стальной лист N80 с добавлением МБТ значительно отличается от пустой контрольной группы; поверхность стального листа относительно гладкая, что указывает на то, что МБТ образует эффективную защитную пленку на поверхности стали N80, которая ингибирует стальной лист.

Основания Манниха ZG/ZH (кислотные ингибиторы коррозии) были синтезированы с использованием бензальдегида, 2-аминотиазола, ацетофенона/циклогексанона в качестве сырья и выбора соответствующей пропорции времени реакции, температуры и соотношения сырья [5]. Эффективность ингибирования коррозии двух видов основания Манниха на стали N80 исследованы методом потери массы и электрохимическим методом. Результат метода потери массы показал, что оба вида ингибиторов оказали превосходное воздействие на сталь N80 в 15% растворе соляной кислоты. Электрохимический метод показал, что как ZG, так и ZH в основном являются композитными ингибиторами коррозии, контролирующими анодное взаимодействие, и их эффект ингибирования коррозии был дополнительно подтвержден методом импеданса переменного тока. Поведение адсорбции между ингибиторами и стальной поверхностью соответствует модели изотермы Ленгмюра.



основание Манниха ZG



основание Манниха ZH

В работе [6] для синтеза нового кислотного ингибитора коррозии использовались алифатический амин, формальдегид и лигносульфонат натрия. Они использовались как сырье для получения новых оснований Манниха в качестве экологически чистых ингибиторов коррозии. Ингибирование этими основаниями Манниха коррозии мягкой стали в 2М растворе HCl исследовали методом потери веса. С помощью однофакторных экспериментов было определено оптимальное молярное соотношение. В то же время изучалось влияние температуры и дозировки ингибитора на характеристики ингибирования коррозии продуктов. Также обсуждались адсорбция на поверхности мягкой стали и механизм ингибирования. Исследования потенциодинамической поляризации показывают, что экстракты являются ингибиторами смешанного типа.

Рентабельные новые основания Манниха 1-(пиридин-4-ил(пирролидин-1-ил)метил)мочевина (UPyP), 1-(морфолино(пиридин-4-ил)метил)мочевина (UMP) и 1-(

пиперидин-1-ил(пиридин-4-ил)метил)мочевина (UPP) были синтезированы, охарактеризованы и исследованы в качестве ингибиторов для коррозии поверхности мягкой стали в 1,0 М растворе соляной кислоты с использованием потери веса, потенциодинамического измерения поляризации и спектроскопии электрохимического импеданса (EIS). Приведены рентгеновские структуры UMP и UPP. Эффективность ингибирования возрастает с увеличением концентрации ингибитора и снижается с повышением температуры раствора. Потенциодинамические поляризационные измерения показали, что все ингибиторы смешанного типа. Рассчитаны и обсуждены значения термодинамических и активационных параметров. Адсорбция ингибиторов на поверхности мягкой стали в присутствии HCl следует изотерме адсорбции Ленгмюра. Взаимосвязь между молекулярной структурой и их эффективностью ингибирования была изучена с использованием расчетов теории функционала плотности (DFT). Показано, что экспериментальные и теоретические результаты находятся в хорошем согласии [7].

Несомненно, ценность и важность использования вычислительных методов в науке о коррозии постепенно получает признание [8]. Углубление в мысль, что некоторые молекулярные электронные дескрипторы, такие как потенциал ионизации, сродство к электрону, зазор HOMO–LUMO и дипольный момент имеют значение, потому что они представляют собой уникальное решение в проблеме понимания ингибирующих свойств ингибиторов коррозии, приводит нас к следующему затруднительному положению. Надежность таких параметров является предметом ожесточенных споров, и таким образом, настоящее исследование является продолжением этой попытки рассмотреть более ранние экспериментальные результаты, приведенные для некоторых оснований Шиффа и Манниха в качестве ингибиторов коррозии стали в нейтральных водных растворах с использованием расчетов теории функционала плотности. На основе источников неопределенностей, таких как структура молекулярной модели, описание экологических усилий и ошибки, связанные с природой квантово-химических методов, был сделан вывод о том, что невозможно получить целостную картину о механизме ингибирования коррозии и свойствах изучаемых соединений через вычисляемые дескрипторы.

Коррозионно-ингибирующее поведение стали P110 в 20% растворе HCl с основанием Манниха и без него в качестве ингибитора исследовали электрохимическими измерениями и экспериментами по вымачиванию [9]. Термодинамические параметры показали, что растворение P110 в растворе HCl является эндотермическим процессом. Исследования EIS показали, что предложенное основание Манниха может эффективно ингибировать коррозию, образуя адсорбционный слой, выполняющий роль барьера. Поляризационные кривые показали, что это ингибитор смешанного типа, который может уменьшить реакции анодного растворения и катодного выделения водорода одновременно.

Цель работы [10] состояла в том, чтобы испытать впервые синтезированное основание Манниха в качестве кислотного ингибитора коррозии, а также изучить механизм действия ингибитора коррозии. Основание Манниха - 1-фенил-3-(1-пирролидинил)пропанон (PHPP), было синтезировано с ацетофеноном, пирролидином и формальдегидом при pH = приблизительно 2-3. Структура PHPP была охарактеризована с помощью элементного анализа и инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье. Ингибирование коррозии PHPP на стали N80 в 15-% HCl было изучено методом потери веса, сканирующим электронным микроскопом (SEM) и энергодисперсионным рентгеновским анализом (EDAX), а адсорбционное поведение PHPP на поверхности из стали N80. Результаты показали, что эффективность ингибирования достигла 99,8%, а скорость коррозии составила $2,65 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$ при концентрации PHPP 0,6% в 15% HCl, что свидетельствует о том, что PHPP обладает превосходными свойствами ингибирования коррозии. Результаты анализа SEM и EDAX показали, что PHPP может адсорбироваться на поверхности стали N80. Процесс адсорбции PHPP на поверхности стали N80 был хемосорбционным. Этот процесс протекал самопроизвольно и подчинялся изотерме адсорбции Ленгмюра.

Адсорбция четырех производных пиперидинилметилиндолин-2-она на поверхности мягкой стали в 1 М растворе HCl и его свойства ингибирования коррозии были изучены с помощью ряда методов, таких как поляризация, спектроскопия электрохимического импеданса (ЭИС), потеря веса и квантово-химический расчетный методы [11]. Были рассчитаны и обсуждены значения энергии активации (E_a) коррозии мягкой стали и различных термодинамических параметров. Потенциодинамические поляризационные измерения показали, что все ингибиторы смешанного типа. Степень покрытия поверхности определяли с помощью измерения потери массы, и было установлено, что процесс адсорбции исследуемых ингибиторов на поверхности мягкой стали подчиняется изотерме адсорбции Ленгмюра.

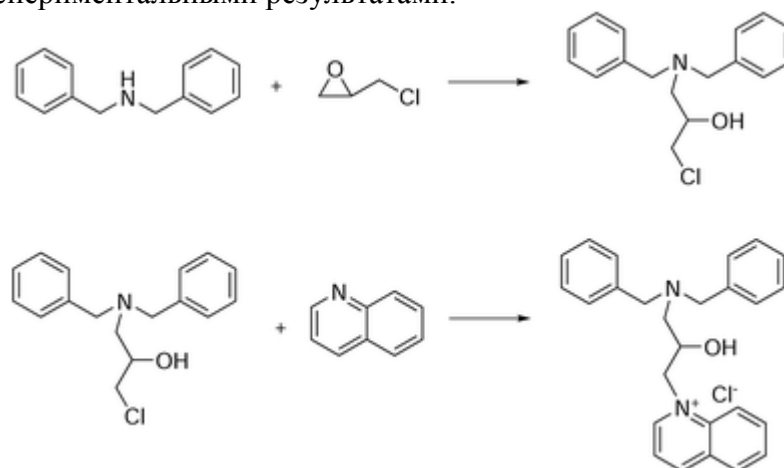
В патенте [12] описано изобретение, относящееся к многоветвленному ингибитору коррозии на базе основания Манниха и к способу его получения. Способ включает (1) добавление 3-7 молей кетона и 3-7 молей альдегида в реакционный сосуд, доведение pH до 2-6 с помощью кислоты, регулирование температуры до 20-50°C и перемешивание в течение 20-30 минут; (2) добавление 1 моля органического полиамина в реакционный сосуд при перемешивании или добавление кетона с отрегулированным pH, альдегида и органического растворителя к органическому полиамину, поддержание температуры на уровне 60-90°C и взаимодействие в течение 1-3 часов и после завершения реакции, нагревание системы до 110°C в атмосфере азота для удаления воды; органический полиамин представляет собой органическое соединение, содержащее три или более первичных аминогрупп и/или вторичных аминогрупп. Ингибитор коррозии на базе основания Манниха проявляет признаки сильной адсорбционной силы.

Исследовано ингибирование коррозии двумя синтезированными основаниями Манниха для мягкой стали в 1М H₂SO₄ методами потери веса и электрохимическими методами [13]. Эффективность ингибирования зависит от концентрации ингибитора и температуры. Ингибиторы действуют путем адсорбции на поверхности мягкой стали и подчиняются изотерме Ленгмюра, указывающей на монослойную адсорбцию на поверхности. Термодинамические параметры показывают, что адсорбция ингибиторов происходит за счет электростатического взаимодействия. Поляризационные исследования показывают, что ингибиторы ведут себя как смешанные в 1М H₂SO₄, влияя как на анодное растворение металла, так и на катодное выделение водорода. Исследования СЭМ показывают образование поверхностной адсорбционной пленки оснований Манниха на поверхности мягкой стали.

Два ингибитора коррозии на основе Манниха, ZJ-1 и ZJ-2, были синтезированы по реакции Манниха [14]. Продукты были охарактеризованы с помощью ИК-спектроскопии. Ингибирующее действие этих двух ингибиторов на сталь P110 было изучено с помощью измерения поляризационной кривой, спектроскопии электрохимического импеданса и моделирования молекулярной динамики. Также обсуждались соответствующий механизм ингибирования коррозии и адсорбционное поведение. Результаты показали, что два синтезированных ингибитора коррозии оказали очевидное ингибирующее действие на сталь P110 в среде 1 моль/л NaCl+CO₂, однако ZJ-1 показал лучший ингибирующий эффект с эффективностью ингибирования коррозии до 92,06%. Эти два ингибитора коррозии относились к смешанным ингибиторам коррозии, основанным на анодном контроле. И анодная, и катодная реакции сдерживались в процессе коррозии за счет адсорбционной пленки, образуемой на поверхности металла ингибиторами коррозии. Кроме того, ZJ-1 и ZJ-2 могут вытеснять молекулы воды и адсорбироваться на поверхности металла, электроны неподеленной пары, обеспечиваемые активными атомами N и O, могут образовывать координационные связи с вакантной орбиталью Fe. Следовательно, молекулы ингибитора коррозии могут адсорбироваться на поверхности металла, а эффект ингибирования коррозии усиливается за счет сильных химических сил связей. По сравнению с ингибитором ZJ-2

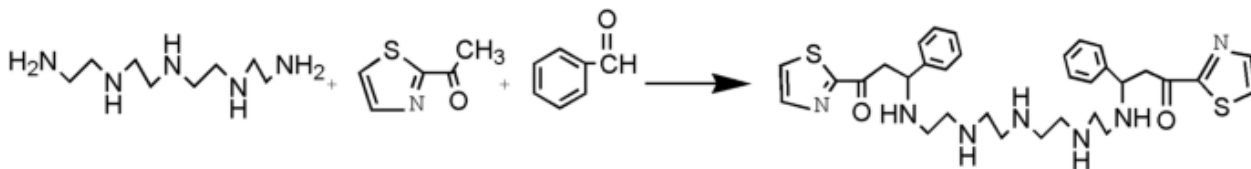
молекула ингибитора ZJ-1 обладает более высокой энергией адсорбции и лучшими характеристиками ингибирования коррозии на поверхности сплавов на основе Fe.

Синтезировано и исследовано новое производное дибензиламина-хинолина (ДЭХ) в качестве ингибитора коррозии низкоуглеродистой стали в 15% растворе HCl различными способами, в том числе путем измерения потери массы, измерения краевого угла, электрохимических измерений (ЭИС), сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), сканирующего зонда Кельвина (СКП) и теоретических расчетов [15]. Результаты экспериментов показали, что это основание Манниха является эффективным ингибитором коррозии при окислении нефти и газа. В двухфазной системе масло-вода смачиваемость мягкой стали можно изменить за счет адсорбции, подчиняясь изотерме адсорбции Ленгмюра. Наконец, квантово-химические расчеты и параметры моделирования молекулярной динамики также показывают определенную корреляцию между теоретическими и экспериментальными результатами.



Изучено защитное действие оснований Шиффа и Манниха – производных морфолина и бензотриазола – на коррозию стали в нейтральных средах [16]. Эти вещества ранее исследовались как ингибиторы атмосферной коррозии. Защитные свойства рассчитывали по влиянию ингибиторов на скорость анодного растворения. Электрохимические измерения проводились в смешанном электролите $70 \text{ мг/дм}^3 \text{ NaCl} + 80 \text{ мг/дм}^3 \text{ Na}_2\text{SO}_4$, содержащем 10 % изопропилового спирта для обеспечения растворимости ингибиторов. Установлено, что все изученные ингибиторы – производные морфолина и бензотриазола более эффективны, чем незамещенные исходные соединения. В работе проанализированы зависимости ингибиторов коррозии этого класса от комплекса физико-химических свойств, таких как давление насыщенных паров, электронная плотность на гетероатомах, потенциалы ионизации (ПИ) ингибиторов и гидрофобные константы Ханша. На основании литературных и экспериментальных данных защитный эффект исследованных производных морфолина и бензотриазола обусловлен эффектом гидрофобности молекул. Снижение скорости анодного растворения в присутствии ингибиторов обусловлено уменьшением диэлектрической проницаемости электродного слоя при адсорбции ингибиторов.

Осуществлен синтез нового оснований бис-Манниха TZBM, содержащий тиазольный цикл. TZBM отличался стабильной структурой при 260°C и ингибирующим действием на углеродистую сталь в газожидкостной среде с $\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{S} + \text{CO}_2$ при 180°C [17]. Путем анализа потери массы стали, подвергшейся воздействию различных концентраций TZBM, были определены охваты ингибитора, адсорбированного на поверхности, и результаты соответствовали модели изотермы Ленгмюра. Кроме того, отрицательная свободная энергия Гиббса указывала на самопроизвольный процесс адсорбции.



В обзорной работе [18] рассмотрены последние разработки ингибиторов коррозии на базе оснований Манниха за последние десять лет, включая высокоэффективный низкотоксичный и новый ингибиторы - основания Манниха. Были сопоставлены скорость и механизм ингибирования различных ингибиторов, а также обобщены преимущества и недостатки различных ингибиторов. В основном обсуждается процесс разработки различных ингибиторов коррозии. глубоко рассмотрено их действие и модифицированных новых ингибиторов коррозии на базе оснований Манниха. Это одно из будущих направлений развития ингибиторов коррозии, которые обладают преимуществами высокой эффективности, защиты окружающей среды и низкой стоимости.

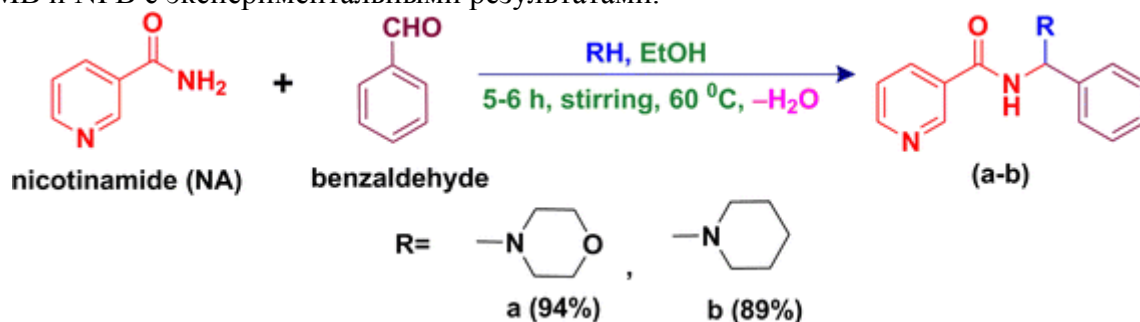
Скорость коррозии алюминия исследовали в отсутствие и в присутствии некоторых третичных кетоновых оснований Манниха в 2 М растворе HCl с использованием методов потери массы и гальваностатической поляризации [19]. Оба метода дали схожие результаты. Результаты показали, что эффективность ингибитора увеличивается с увеличением концентрации ингибитора и снижается с повышением температуры системы. Установлено, что адсорбция этих оснований Манниха на поверхности Al подчиняется изотерме адсорбции Темкина. Гальваностатические поляризационные исследования показали, что эти соединения являются ингибиторами смешанного типа. Были рассчитаны и обсуждены некоторые термодинамические параметры.

В работе [20] связь между физико-химическими свойствами соединений и их факторами ингибирования атмосферной коррозии стали рассмотрена на примере оснований Шиффа и Манниха. Показано, что ингибирующая эффективность соединений может быть предсказана по корреляциям между экспериментальными и расчетными параметрами, такими как давление насыщенного пара, полная электронная плотность на гетероатомах и константа гидрофобности. Предсказанные и экспериментальные факторы ингибирования новых оснований Манниха согласуются в пределах $\pm 10\%$.

Два новых основания Манниха N-(3-(бензо[d][1,3]диоксол-5-ил(пирролидин-1-ил)метил)-4-гидроксифенил)ацетамид (I1) и N-(3-(бензо[d][1,3]диоксол-5-ил(морфолино)метил)-4-гидроксифенил)ацетамид (I2) синтезированы и оценено их поведение в отношении ингибирования коррозии с помощью измерений потери веса, электрохимических, квантово-химических и поверхностных аналитических исследований [21]. Исследования показали, что ингибиторы оказались смешанного типа. Исследования EIS подтвердили, что процесс коррозии контролируется посредством процесса переноса заряда. Адсорбция ингибиторов I1 и I2 следует изотерме адсорбции Ленгмюра, а значения ΔG_{ads} позволяют предположить, что возможна как физсорбция, так и хемосорбция. Исследования поверхности показывают, что в присутствии ингибиторов получается более гладкая поверхность по сравнению с исходным образцом.

Синтезированы, охарактеризованы и изучены производные Манниха никотинамида (NA), а именно N-(морфолино(фенил)метил)никотинамид (NMB) и N-(фенил(пиперидин-1-ил)метил)никотинамид (NPB) в качестве ингибиторов мягкой стали (МС) в 1,0 М соляной кислоте с использованием гравиметрических, электрохимических экспериментов и теоретических расчетов [22]. Никотинамид также подвергался всем этим исследованиям. Установлено, что адсорбция молекул NA, NMB и NPB на поверхности мягкой стали в присутствии 1,0 М HCl протекает самопроизвольно и подчиняется изотерме адсорбции Ленгмюра, а также изотерме Дубинина–Радушкевича. Тафельские измерения поляризации показали, что все исследованные ингибиторы относятся к смешанному типу. Измерения EIS показали, что добавление NA, NMB и NPB уменьшают емкость

двойного слоя (Cdl) и, следовательно, увеличивают сопротивление переносу заряда (RCT) процесса коррозии. ИК-Фурье-анализ, микрофотографии СЭМ и анализ АСМ подтвердили наличие пленки ингибитора и ее роль на поверхности МС. Квантово-химические расчеты на уровне DFT были проведены для корреляции параметров электронной структуры молекул NA, NMB и NPB с экспериментальными результатами.



В соответствии с коррозией подкисления нефтяных месторождений в работе [23] в основном использовались алифатический амин, метаналь и лигносульфонат натрия в качестве основного сырья для получения нового основания Манниха в качестве экологически чистого ингибитора коррозии. Ингибирование коррозии низкоуглеродистой стали в 5 %-ном растворе соляной кислоты основаниями Манниха изучено методом потери веса. Путем однофакторных экспериментов определяется оптимальное молярное соотношение и выбираются типы сырья. Между тем, изучалось влияние температуры и дозировки ингибитора коррозии на эффективность ингибиторов коррозии продуктов. Также обсуждались их адсорбция на поверхности мягкой стали и механизм ингибирования.

Оценено ингибирование коррозии тремя α,β -ненасыщенными карбонильными соединениями на стали N80 при высокой температуре и в среде концентрированной кислоты, а также исследован механизм ингибирования [24]. Результаты показали, что коричный альдегид и бензалацетон обладают выраженным антикоррозионным эффектом и могут эффективно снижать коррозию стали в кислой среде. α,β -Ненасыщенные карбонильные соединения, содержащие бензольное кольцо хорошо адсорбируются на поверхности стали. Экспериментально доказано, что полимеризация α,β -ненасыщенных карбонильных соединений на поверхности стали при высокой температуре и в среде концентрированной кислоты приводит к хорошему антикоррозионному эффекту, что объясняется строением α,β -ненасыщенных карбонильных соединений.

Предложен способ получения стойкого к высоким температурам ингибитора коррозии на основе четвертичной аммониевой соли основания Манниха и его применение [25]. В качестве исходных компонентов использовали аминовое вещество (индол, бензгидрилпиперидин, дифенилэтиламин, дибензиламин или диизопропаноламин в органическом растворителе), альдегидное вещество (3-(2-тиенил)бензальдегид или коричный альдегид) и кетоновое вещество (бензалацетон, дифенилстирилацетон или 1,1-дифенилацетон). Процесс прост и осуществим, а его сырье нетоксично, безопасно и экологически чисто, а приготовленный ингибитор коррозии обладает очевидной устойчивостью к кислотной коррозии углеродистых сталей в нефтегазовых скважинах.

В работе [26] для исследования ингибирования коррозии алюминия в растворе HCl четырех новых синтезированных оснований Манниха (3-оксо-3-фенилгидрохлорид N,N-диметилпропанамина (MB1), 3,5-диоксо-5-фенил-N,N-диметилпентанамина гидрохлорид (MB2), 2,2-диметил,3-оксо-N,N-диметилгидрохлорид бутанамина (MB3) и 3-оксо-N,N-диметилбутанамина гидрохлорид ((MB4) использовали методы потери веса, термометрические и потенциометрические методы. Показано, что эффективность ингибитора возрастает с увеличением концентрации ингибитора.

Сообщается [27], что латунь широко используется в качестве материала для изготовления труб конденсаторов, насосов и рабочих колес систем водяного охлаждения электростанций. Следовательно, коррозия латуни приобретает большее значение, поскольку

системы подвержены обесцинкованию. Азольные соединения, используемые в качестве ингибиторов, страдают тем ограничением, что они подвержены разложению окисляющими биоцидами на основе галогенов, которые используются для контроля микробного роста. Это приводит к дополнительному спросу на окисляющий биоцид и увеличению потребления химикатов в системе охлаждающей воды, что требует разработки альтернативных ингибиторов для предотвращения коррозии латуни в системах охлаждающей воды. Целью работы является оценка пригодности производных основания Манниха, а именно 4-метил-2-формил-6-(пиперидин-1-илметил)фенола (МФФП) и 4-метил-2-формил-6-(морфолин-1-илметил)фенол (МФМР) в качестве ингибиторов коррозии латуни в системах водяного охлаждения в смоделированных условиях. Оба соединения проявляют хорошую эффективность ингибирования коррозии латуни в различных экспериментальных условиях. Их способность работать в качестве самоиндикатора помогает в непрерывном мониторинге систем водяного охлаждения.

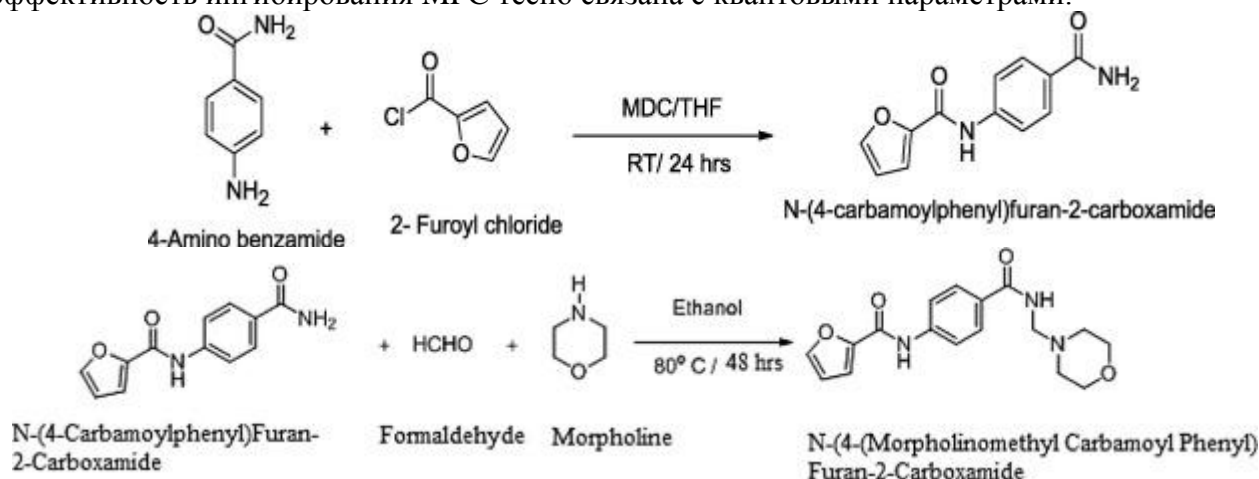
Новое синтезированное основание Манниха – аминоциклогексан-N'-метилмочевина (АКМУ) было охарактеризовано с использованием спектров FT-IR, ^1H NMR и ^{13}C NMR, а также было испытано в качестве ингибитора коррозии мягкой стали в 1 N серной кислоте [28]. Ингибиторное исследование этого соединения проводили методом потери массы в интервале температур 303–333 К, потенциодинамической поляризацией и методами переменного импеданса. Эффективность ингибирования увеличивалась с увеличением концентрации ингибитора и снижалась с повышением температуры. Потенциодинамические поляризационные исследования показали, что АКМУ является ингибитором смешанного типа. Исследование импеданса по переменному току показывает, что коррозия стали в основном контролируется процессом переноса заряда. Поверхностный анализ проводили с помощью метода СЭМ. Адсорбция ингибитора протекает по изотермам адсорбции Темпкина и Ленгмюра.

Эффективность ингибирования коррозии производным тиомочевины 1-[морфолин-4-ил(фенил)метил]тиомочевины (МПМТ) для низкоуглеродистой стали в 0,5 М HCl исследована при температурах 303 К, 313 К, 323 К и 333 К с использованием экспериментальных методик, таких как измерения потенциодинамической поляризации и спектроскопии электрохимического импеданса (EIS) и метод теории функционала плотности [29]. Результаты показывают, что производное тиомочевины является превосходным ингибитором коррозии мягкой стали. Изучение эффективности ингибирования ингибитором при различных температурах показало, что до 323 К эффективность ингибирования возрастала, а при 333 К эффективность ингибирования снижалась за счет десорбции ингибитора. Ингибитор МПМТ показывает максимальную эффективность ингибирования коррозии 91,08% и 91,2% при концентрации 1000 частей на миллион при 323 К согласно измерениям PDP и EIS соответственно. Измерения ПДФ показали, что МПМТ действует как ингибитор смешанного типа, включающий как физическую сорбцию, так и хемосорбцию. Это также подтверждается стандартными значениями свободной энергии адсорбции (от $-31,14$ до $-36,68$ кДж/моль). Адсорбция МПМТ на поверхности МС подчиняется изотерме адсорбции Ленгмюра при всех температурах. Значения регрессии (R^2), полученные из графика изотермы адсорбции, близки к единице. Морфологию поверхности неингибированных и ингибированных образцов мягкой стали анализировали с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭДС) и УФ-видимой спектроскопии. Доля переноса электронов ΔN , полученная в результате теоретического исследования, составляет 0,5417, что указывает на более высокую способность молекулы ингибитора отдавать электроны на поверхность металла.

В работе представлены результаты, полученные при использовании двух кетоновых оснований Манниха (ВМ1 и ВМ2) в качестве ингибиторов коррозии в солевом растворе (стандартная морская вода - 3,5% NaCl) для различных марок стали, с различными

легирующими элементами [30]. Эксперименты по коррозии проводились с помощью потенциодинамических поляризационных исследований. По поляризационным кривым рассчитывали плотность и скорость тока коррозии. Оценена эффективность ингибиторов и обсуждены механизмы защиты.

Основание Манниха - N-(4-(морфолинометилкарбамоилфенил)фуран-2-карбоксамид (MFC), было синтезировано и охарактеризовано с помощью FT-IR, ^1H ЯМР и ^{13}C ЯМР. Молекулярная масса MFC была подтверждена с помощью ГЖХ-МС [31]. Ингибирующее действие MFC на латунь в среде 1 М HCl было исследовано с помощью измерения потери веса, потенциодинамической поляризации, спектроскопии электрохимического импеданса (EIS) и циклической вольтамметрии (CV). Термодинамические параметры, такие как свободная энергия, энтропия и энтальпия, были рассчитаны для описания механизма ингибитора коррозии. Эффективность ингибирования MFC увеличивается с увеличением концентрации и температуры в диапазоне от 30-60°C. Поляризационные измерения показали, что MFC действует как ингибитор коррозии смешанного типа. Сопротивление переменному току показывает, что значение R_{ct} увеличивается с увеличением в концентрации ингибитора. CV показывает, что окисление меди контролируется добавлением ингибитора к металлической латуни. Анализ поверхности с использованием сканирующих электронов mi кроскоп (СЭМ) показывает значительное улучшение морфологии поверхности латуни при добавлении ингибитора. Адсорбция МФЦ на латуни подчиняется изотерме адсорбции Ленгмюра. Молекулярная структура MFC была искажена до квантово-химических показателей с использованием теории функционала плотности (DFT), что указывает на то, что эффективность ингибирования MFC тесно связана с квантовыми параметрами.



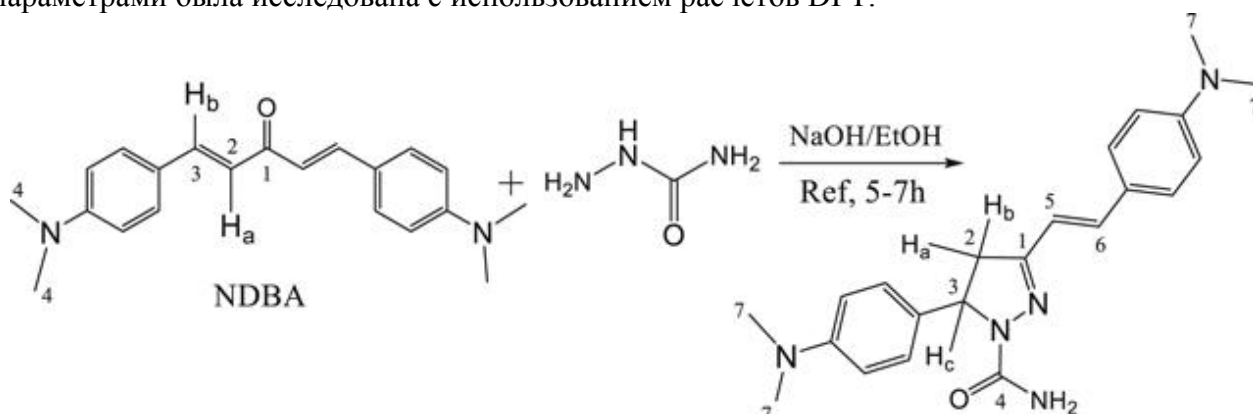
Разработан новый ингибитор на основе смешанного основания Манниха ($\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{NO}$) и Na_2WO_4 для защиты стали N80 от коррозии в растворе соляной кислоты [32]. Инфракрасный спектр, электрохимические измерения, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия и сканирующая электронная микроскопия использовались для понимания эффективности и механизма ингибирования. Результаты показали, что смешанные ингибиторы снижают плотность тока коррозии и повышают сопротивление поверхности раздела. Эффективность ингибирования максимальна при соотношении $\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{NO}$ к Na_2WO_4 в смеси 1:1. При наблюдении с поверхностей количество ямок и мелких трещин на поверхности уменьшалось в присутствии оптимизированных ингибиторов. Ингибирующая пленка может успешно препятствовать проникновению ионов хлорида в объемную сталь.

Применение оснований Манниха в качестве ингибиторов коррозии также обсуждалось в работах [33-35].

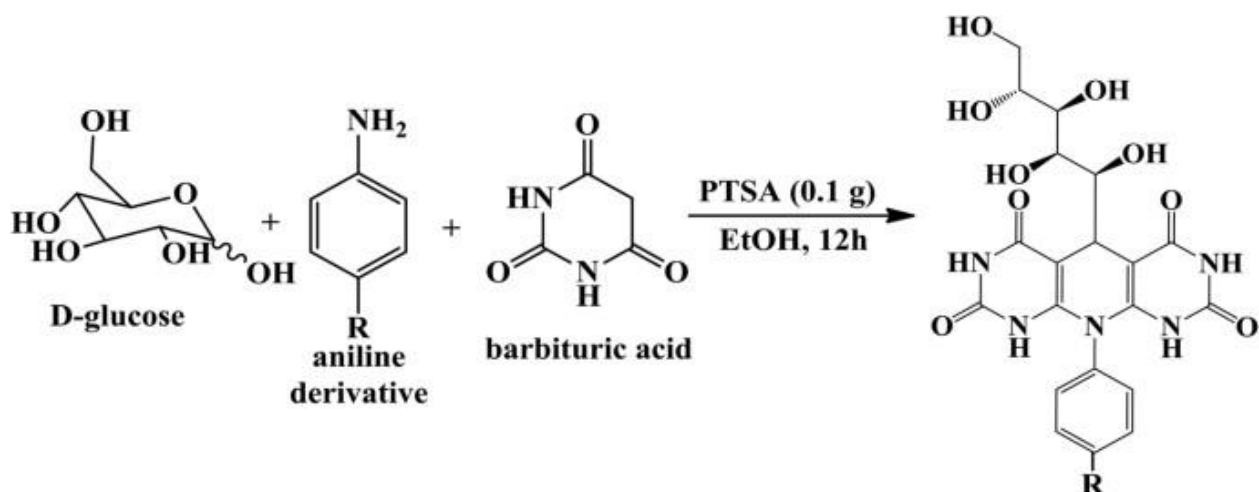
В патенте [36] предложен ингибитор коррозии для обработки пластовой воды нефтяного месторождения, который содержит группу имидазолина и группу фосфоновой кислоты. В качестве исходных компонентов использовали диэтилентриамин, олеиновую кислоту, гетерополикислоту, служащую катализатором, и диметилбензол, служащей

водоносителем, Показано, что ингибитор коррозии имеет высокую скорость ингибирования коррозии, легко растворяется в воде и модифицируется с использованием дешевого сырья; и низкую стоимость приготовления.

Ингибирование коррозии мягкой стали в растворе соляной кислоты осуществляли двумя пиразолкарбоксамидами, названными 5-(4-(диметиламино)фенил)-3-фенил-4,5-дигидро-1Н-пиразол-1-карбоксамид ДПК-1 и (Е)-5-(4-(диметиламино)фенил)-3-(4-(диметиламино)стирил)-4,5-дигидро-1Н-пиразол-1-карбоксамид ДПК-2 с использованием измерений потери веса, поляризационных кривых Тафеля и спектроскопия электрохимического импеданса (ЭИС) [37]. Полученные результаты показывают, что ДПК-1 и ДПК-2 являются эффективными ингибиторами коррозии в 1 моль/л раствора HCl. Эффективность ингибирования η (%) увеличив⁻¹ ается с увеличением концентрации ингибиторов и достигает 84,56 % при 4×10^{-4} моль/л и 80 % при $1,6 \times 10^{-4}$ моль/л для ДПК-1 и ДПК-2 при 303 К соответственно. Адсорбция синтезированных пиразолов на поверхности МС подчиняется изотерме адсорбции Ленгмюра. Кривые поляризации Тафеля показывают, что оба соединения действуют как ингибиторы смешанного типа, а спектры EIS показывают увеличение сопротивления переносу с концентрацией ингибиторов. Анализ поверхности SEM показывает образование защитной органической пленки на поверхности стали. Взаимосвязь между эффективностью ингибирования пиразолов и их структурными параметрами была исследована с использованием расчетов DFT.



Синтезированы и исследованы производные D-глюкозы дигидропиридо-[2,3-d:6,5-d']-дипиридин-2,4,6,8(1H,3H,5H,7H)-тетраона (GPH). в качестве ингибиторов коррозии мягкой стали в 1M растворе HCl с использованием гравиметрических, электрохимических, поверхностных, квантово-химических расчетов и методов моделирования Монте-Карло [38]. Порядок эффективности ингибирования GPH-3 > GPH-2 > GPH-1. Результаты также показали, что молекулы ингибитора с высвобождением электронов (-OH, -OCH₃) заместители проявляют более высокую эффективность, чем исходная молекула без каких-либо заместителей. Поляризационное исследование позволяет предположить, что исследуемые соединения относятся к смешанному типу, но проявляют преимущественно катодное ингибирующее действие. Адсорбция этих соединений на поверхности мягкой стали подчиняется изотерме адсорбции Ленгмюра. Анализы SEM, EDX и AFM использовались для подтверждения ингибирующего действия молекул на поверхность мягкой стали.



В работе [39] представлены результаты, полученные при использовании оснований Манниха (и их производных) в качестве ингибиторов коррозии в солевых средах для различных типов сталей, с различными легирующими элементами. Основания Манниха (кетонные соединения с нафтеновыми и азотсодержащими кольцами) были синтезированы как таковые (полярные) и в виде хлоргидратов (ионные) и использованы в экспериментах по коррозии в концентрациях от 0 до 1300 ppm. Эксперименты по коррозии проводились с помощью потенциодинамических поляризационных исследований. По поляризационным кривым рассчитывали плотность и скорость тока коррозии. Оценивалась эффективность ингибитора и на основании этих значений обсуждались механизмы защиты.

Новый ингибитор 2,6-дихлор-3-фторацетофеноналамин (ДФАФА) был синтезирован в реакции Манниха между этилендиамином, параформальдегидом и 2,6-дихлор-3-фторацетофеноном (ДФАФ) и изучено его ингибирующее действие на коррозию мягкой стали А3 в 1,0 М растворе соляной кислоты по потере массы, потенциодинамической поляризации, электрохимической импедансной спектроскопии (ЭИС) и сканирующей электронной микроскопией (СЭМ) [40]. Показано, что эффективность ингибирования (% ИЕ) ДФАФА увеличивается с его концентрацией. Кривые Тафеля показывают, что это соединение ведет себя как ингибитор смешанного типа, и результаты EIS показывают, что перенос заряда и сопротивление (R_{ct}) увеличивается с концентрацией ДФАФА. С увеличением концентрации ДФАФА кажущаяся энергия активации (E_a) растворения несколько уменьшилась, что может быть связано с хемосорбцией ДФАФА на поверхности металла.

Эффективность ингибирования четырех ингибиторов коррозии HCl при коррозии мягкой стали, включая 2-меркаптобензимидазол (А), 2-амидобензимидазол (В), 2-метилбензимидазол (С) и бензимидазол (D), была теоретически оценена с использованием квантово-химических расчетов и молекулярных расчетов. моделирование динамики и анализ механизма ингибирования коррозии [41]. Глобальные индексы активности показали, что 2-меркаптобензимидазол обладал самой высокой реакционной активностью среди четырех молекул. Для трех других молекул индексы Фукуи и распределения общей электронной плотности указывают на то, что 2-амидобензимидазол обладает двумя центрами электрофильной атаки, что делает возможной многоцентровую адсорбцию молекулы на металлических поверхностях и, таким образом, обладает более высокими характеристиками ингибирования коррозии по сравнению с 2-метилбензимидазолом и бензимидазолом. Результаты молекулярно-динамического моделирования показали, что 2-метилбензимидазол более устойчиво адсорбируется на металлических поверхностях, чем бензимидазол, при рассмотрении взаимодействия молекул ингибитора с тремя слоями атомов железа. С помощью теоретических результатов было установлено, что порядок эффективности четырех ингибиторов следующий: $A > B > C > D$, что хорошо согласуется с экспериментальными результатами.

В наших исследованиях [42-48] осуществлен синтез новых серосодержащих оснований Манниха на основе трехкомпонентной реакции аминотилирования с участием тиоспиртов, форм(бенз)альдегида и вторичных аминов (алифатических, алициклических и гетероциклических). Определены их физико-химические показатели и основные области определения. Показано, что полученные серосодержащие основания Манниха обладают высокой антимикробной и антифунгальной активностью в отношении различных патогенных микроорганизмов, а также являются эффективными ингибиторами против сероводородной коррозии, подавляя рост сульфат-восстанавливающих бактерий.

Таким образом, представленные результаты исследований в области синтеза оснований Манниха и их применения в качестве ингибиторов коррозии показывает, что актуальность этих работ остается значимой и по сегодняшний день. Синтез новых оснований Манниха и применение их в качестве ингибиторов создает предпосылки для продолжения исследований в этой области и расширению ассортимента этих соединений для подавления различных видов коррозии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Zhang X., Meng Z., Zhisong Z., Qing R. Bis-Mannich bases as effective corrosion inhibitors for N80 steel in 15% HCl medium. *Journal of Molecular Liquids*, 2022, Vol. 347, N 1, pp. 117957-117962
2. Thiraviyam P., Kannan K. A Study Of Synthesized Mannich Base Inhibition On Mild Steel Corrosion In Acid Medium. *Journal of Iranian Chemical Society*, 2012, Vol. 9, N 6, pp. 911-921
3. Maithili K., Shetty P., Kumari P., Kagatkar S. Mannich Base as an Efficient Corrosion Inhibitor of AA6061 in 0.5 M HCl: Electrochemical, Surface Morphological and Theoretical Investigations. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 2021, N 2, pp. 1-15
4. Tang M., Li J., Zhida L., Luoping F. Mannich Base as Corrosion Inhibitors for N80 Steel in a CO₂ Saturated Solution Containing 3 wt % NaCl. *Materials*, 2019, Vol. 12, N 3, pp. 449-457
5. Shusheng Z., Kehua L., Tiantian T., Shi D. Study on the Corrosion Inhibition Characteristic of ZH and ZG Mannich Base Inhibitors. *Open Journal of Yangtze Oil and Gas*, 2017, Vol. 2, N 3, pp. 151-151-160
6. Hao H., Miao Y. Investigation of Lignosulphonate Mannich Bases as Corrosion Inhibitors. *Open Chemical Engineering Journal*, 2015, Vol. 9, N 1, pp. 78-83
7. Jeeva M., Prabhu G., Boobalan M., Rajesh C. Interactions and Inhibition Effect of Urea-Derived Mannich Bases on a Mild Steel Surface in HCl. *J. Phys. Chem. C.*, 2015, Vol. 119, N 38, pp. 22025-22043
8. Gece C. Inhibition of steel corrosion by some Schiff and Mannich bases – theoretical evaluation. *Voprosy khimii i knimicheskoy tekhnologii*, 2021, N 4, pp. 27-34
9. Yanhua Z., Ping Z., Chen P., Weidong T. Corrosion and Inhibition of P110 steel in 20% HCl Solution by Mannich Base Inhibitor. *International Journal of Electrochemical Sciences*, 2019, Vol. 14, pp. 1331-1341
10. Yuan P., Fengtao Z., Zhifeng L., Lin Y. A Mannich base 1-phenyl-3-(1-pyrrolidinyl)-1-propanone: synthesis and performance study on corrosion inhibition for N80 steel in 15% hydrochloric acid. *Anti-Corrosion Methods and Materials*, 2016, Vol. 63, N 2, pp. 153-159
11. Ahamad I., Prasad R., Quraish M.A. Adsorption and inhibitive properties of some new Mannich bases of Isatin derivatives on corrosion of mild steel in acidic media. *Corrosion Science*, 2010, Vol. 52, N 4, pp. 1472-1481
12. Pat. 20140296575A1. US. 2014
13. Dasami P.M., Parameswari K., Chitra S. Inhibition of Mild Steel Corrosion in 1M H₂SO₄ Medium by Benzimidazole Mannich bases. *Oriental Journal of Chemistry*, 2015, Vol. 31, N 1, pp. 1-11

14. Xianghong L.V., Zhang Y., Yan Y., Juan H. Performance Evaluation and Adsorption Behavior of Two New Mannich Base Corrosion Inhibitors. *Journal of Chinese Society for Corrosion and protection*, 2020, Vol. 40, N 1, pp. 31-37
15. Yongming L., Wang D., Zhang L. Experimental and theoretical research on a new corrosion inhibitor for effective oil and gas acidification. *RSC Advanced*, 2019, N 9, pp. 26464-26475
16. Altsybeeva A.I., Pletnev M.A., Reshetnikov S.M., Shirobokov I.B. The protective effect of Schiff and Mannich bases on steel corrosion in neutral media. *International Journal of Corrosion and Scale Inhibition*, 2019, Vol. 8, N 1, pp. 62-68
17. Zhuoke L., Jun C., Ting M., Dan N. Synthesis of bimannich base with thiazole and its corrosion inhibition effect on H₂S and CO₂ at high temperature. *BMC Chemistry*, 2021, N 15, pp. 59-67
18. Haoqi W., Xinpin W., Weiqiang E., Yutong X. Research Progress of Mannich Base Corrosion Inhibitor. *Modern Physical Chemistry Research*, 2021, Vol. 1, N 1, pp. 4-11
19. Fouda A.S., Ewady G., Mostafa H., El-Toukhee. Tertiary ketonic Mannich bases as corrosion inhibitor for aluminum dissolution in acidic solution. *Chemical Engineering Communications*, 2009, Vol. 197, N 3, pp. 366-376
20. Altsybeeva A.I., Burlov V.V. Volatile inhibitors of atmospheric corrosion of ferrous and nonferrous metals II. Prediction of the efficiency of volatile inhibitors of atmospheric corrosion of steel (with Schiff and Mannich bases as examples). *International Journal of Corrosion and Scale Inhibition*, 2012, Vol. 1, N 2, pp. 99-106
21. Inbaraj U., Prabhu G. Adsorption Effect of Five-Membered and Six-Membered Alicyclic Amine-Derived Mannich Bases on Mild Steel Surface in 1.0 M HCl. *Chemistry Select*, 2017, Vol. 2, N 35, pp. 11626-11637
22. Jeeva M., Prabhu G., Rajesh C. Inhibition effect of nicotinamide and its Mannich base derivatives on mild steel corrosion in HCl. *Journal of Material Sciences*, 2017, Vol. 52, N 21, pp. 11401-1409
23. Zhang J., Tian J., Wang H-Y., Leivong Z. Synthesis and Evaluation of Lignosulphonate Mannich Base as Eco-Friendly Corrosion Inhibitors. *Asian Journal of Chemistry*, 2014, Vol. 26, N 22, pp. 7643-7646
24. Jiancun G., Weng Y., Feng L. Corrosion inhibition of α,β -unsaturated carbonyl compounds on steel in acid medium. *Petroleum Science*, 2009, Vol. 6, N 2, pp. 201-207
25. Pat. 11161811. US. 2018
26. Sharma P., Upadhvay R.K., Chaturvedi A. Efficacy of some newly synthesised mannich bases as corrosion inhibitor on aluminium in HCl solution. *Elixir Corrosion*, 2012, Vol. 46, N 2, pp. 8382-8385
27. Ravichandran K., Sankara N. Corrosion of brass in cooling water systems - Role of Mannich base derivatives. *Corrosion Reviews*, 2004, Vol. 22, N 1, pp. 71-84
28. Thiraviyam P., Kannan K., Premkumar P. A Characteristic Investigation of Aminocyclohexane-N'-methylurea as a Corrosion Inhibitor for Mild Steel in 1 N H₂SO₄. *Journal of Chemistry*, 2013, N 1a, pp. 324-329
29. Lavanya D.K., Priva-Frank V., Vijava D.P., Bangera S. Inhibition Effect of Thiourea Derivative for Mild Steel Corrosion in Acid Medium: Experimental and Theoretical Studies. *Journal of Bio- and Tribo-Corrosion*, 2021, Vol. 7, N 2, pp. 487-497
30. Manciualea I., Bogatu C., Cazan C., Dumitresku L. Investigation of Some Mannich Bases Corrosion Inhibitors for Carbon Steel. *Diffusion and Defect Data PtB – Solid State Phenomena*, 2015, Vol. 227, N 2, pp. 63-66
31. Zulfareen N., Kannan K., Grinavel V. Synthesis, characterization and corrosion inhibition efficiency of N-(4-(Morpholinomethyl Carbamoyl Phenyl) Furan-2-Carboxamide for brass in HCl medium. *Arabian Journal of Chemistry*, 2016, Vol. 9, N 1, pp. 121-135

32. Jun H., Wang T., Zhen W., Liping W. Corrosion Protection of N80 Steel in Hydrochloric Acid Medium Using Mixed $C_{15}H_{15}NO$ and Na_2WO_4 Inhibitors. *Coatings*, 2018, Vol. 8, N 9, pp. 315-321
33. Ravichandran K., Kumar N., Subash K., Sankara S. Mannich Base Derivatives - A Novel Class of Corrosion Inhibitors for Cooling Water Systems. *Corrosion Reviews*, 2019, N 19, pp. 29-35
34. Yang Z., Wang Y., Fingar M., Hu H. Novel High-Effective Component for Acidizing Corrosion Inhibitors: Indolizine Derivatives of the Quaternary Quinolinium Salts. *SPE Asia Pacific Oil & Gas Conference and Exhibition*, 2020, N 1, pp. 47-51
35. Al-Asadi A., Abdullah A., Almalike L. Using Guar Gum as a Co-friendly Inhibitor to Control Corrosion in Containers in Basrah Refinery. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 2019, Vol. 54, N 5, pp. 112-115
36. Pat. 102660744A. China. 2012
37. Sehmi A., Ouici H.B., Guensouzi A., Ferhat M. Corrosion Inhibition of Mild Steel by newly Synthesized Pyrazole Carboxamide Derivatives in HCl Acid Medium: Experimental and Theoretical Studies. *Journal of the Electrochemical Society*, 2020, Vol. 167, N 15, pp. 155508-155513
38. Verma C., Quraishi M.A., Kluza K., Makowska M. Corrosion inhibition of mild steel in 1M HCl by D-glucose derivatives of dihydropyrido[2,3-d:6,5-d']dipyrimidine-2,4,6,8(1H,3H,5H,7H)-tetraone. *Scientific Reports*, 2017, N 7, pp. 44432-44437
39. Bogatu C., Manciu I., Duta A. Mechanism of Steel Corrosion Inhibition Using Mannich Bases. *Advanced Materials Research*, 2009, Vol. 79-82, pp. 1963-1966
40. Wang J., Xu S-A. The Inhibition Effect of a Novel Mannich Base on the Corrosion of A3 Mild Steel in 1.0 M Hydrochloric Acid Solution. *International Journal of Electrochemical Sciences*, 2016, Vol. 11, pp. 2621-2637
41. Zhang J., Weimin Z., Guo W., Wang Y. Theoretical Evaluation of Corrosion Inhibition Performance of Benzimidazole Corrosion Inhibitors. *Acta Physico-Chimica Sinica*, 2008, Vol. 24, N 7, pp. 1239-1244
42. Memmedbeyli E.G., Jafarov I.A., Astanova A.D., Talybov G.M. Synthesis of new mannich bases on the basis of 1-hexylsulfanylheptan-2-ol and secondary amines *PPOR*, 2019, Vol. 20, № 1, p. 99–105.
43. Мамедбейли Э.Г., Джафаров И.А., Астанова А.Д., Абыев Г.А. Синтез и свойства аминотоксипроизводных 1-гексилтиогептана. *ЖОХ*, 2019, т. 89, №7, с. 1021–1025.
44. Memmedbeyli E.G., Jafarov I.A., Kochetkov K.A. Astanova A.D. Synthesis of novel Mannich bases on the base of 1-phenoxy-3-propylthiopropane-2-ol and secondary amine.s *АКЖ*, 2019, №2, p. 29–34.
45. Мамедбейли Э.Г., Джафаров И.А., Кочетков К.А., Астанова А.Д.. Синтез и свойства аминотоксипроизводных 1-фенокси-3-(пропилсульфанил)пропана// *ЖОрХ*, 2019, т. 55, №9, с. 1352–1358.
46. Мамедбейли Э.Г., Джафаров И.А., Астанова А.Д., Ибрагимли С.И.. Синтез и свойства оснований Манниха на основе 1-(*n*-толилокси)-3-(пропилсульфанил)пропан-2-ола и циклических аминов. *Сборник известий*, 2019, № 3(77), с. 68–76.
47. Мамедбейли Э.Г., Джафаров И.А., Астанова А.Д., Джафарова Н.А. Синтез и исследование антимикробной активности диалкиламинотоксипроизводных 1-(*n*-толилокси)-3-(пропилсульфанил)пропана. *Нефтепереработка и нефтехимия*, 2019, № 8, с. 28–32.
48. Мамедбейли Э.Г., Джафаров И.А., Астанова А.Д., Магеррамова Л.М. Синтез и свойства аминотоксипроизводных 1-(*n*-толилокси)-3-(пропилсульфанил)пропана. *ЖОХ*, 2020, т. 90, № 1, с. 85–91

REFERENCES

43. Mamedbezli E`.G., Dzhafarov I.A., Astanova A.D., Aby`ev G.A. Sintez i svojstva aminometoksi proizvodny`x 1-geksiltioeptana. ZhOX, 2019, t. 89, №7, s. 1021–1025.

44. Memmedbeyli E.G., Jafarov I.A., Kochetkov K.A. Astanova A.D. Synthesis of novel Mannich bases on the base of 1-phenoxy-3-propylthiopropene-2-ol and secondary amine.s AKJ, 2019, №2, p. 29–34.

45. Mamedbejli E`.G., Dzhafarov I.A., Kochetkov K.A., Astanova A.D.. Sintez i svojstva aminometoksi proizvodny`x 1-fenoksi-3-(propilsul`fanil)propana// ZhOrX, 2019, t. 55, №9, s. 1352–1358.

46. Mamedbejli E`.G., Dzhafarov I.A., Astanova A.D., Ibragimli S.I. Sintez i svojstva osnovanij Mannixa na osnove 1-(p-toliloksi)-3-(propilsul`fanil)propan-2-ola i ciklicheskix aminov. Sbornik izvestij, 2019, № 3(77), s. 68–76.

47. Mamedbejli E`.G., Dzhafarov I.A., Astanova A.D., Dzhafarova N.A. Sintez i issledovanie antimikrobnoj aktivnosti dialkilaminometoksi proizvodny`x 1-(p-toliloksi)-3-(propilsul`fanil)propana. Neftepererabotka i nefteximiya, 2019, № 8, s. 28–32.

48. Mamedbejli E`.G., Dzhafarov I.A., Astanova A.D., Magerramova L.M. Sintez i svojstva aminometoksi proizvodny`x 1-(p-toliloksi)-3-(propilsul`fanil)propana. ZhOX, 2020, t. 90, № 1, s. 85–91

Информация об авторах

А.Д. Астанова – докторант, старший научный сотрудник.

Information about the authors

A.D. Astanova – doctorant, senior researcher.

Баян Жумабаевна Баймурзина¹, Наталия Евгеньевна Тарасовская², Наталья Викторовна Суханова³

^{1,3} Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмиллы, Уфа, Россия

² НАО Павлодарский педагогический университет им. Э.Марғұлана, Павлодар, Казахстан

¹ bajana77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0427-9072>

² kafedra_biologii_pgpi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6040-6374>

³ n_suhanova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6130-6172>

ПРЯНЫЕ ДИКОРАСТУЩИЕ РАСТЕНИЯ ПАВЛОДАРСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ

Аннотация. В статье рекомендованы виды пряных растений, пригодных для любых блюд. Причем многие дикорастущие растения используются как пряности уже давно, а применение некоторых предложено и апробировано нами.

Безвредность и безопасность предлагаемых растений для человека апробирована многовековым опытом их пищевого использования, а также опытом применения в народной медицине. Если растение содержит какие-либо сильнодействующие вещества и его употребление в большом количестве нежелательно, то об этом сообщается при описании применения этого растения для приготовления пищи.

Ключевые слова: рациональное применение, пряные растения, свойства, заменитель перца, жгучий вкус.

Bayan Zhumabaevna Baimurzina¹, Natalia Evgenievna Tarasovskaya², Natalya Viktorovna Sukhanova³

^{1,3} Bashkir State Pedagogical University n.a. M. Akmulla, Ufa, Russia

² NAO Pavlodar Pedagogical University named after A. Margulana, Pavlodar, Kazakhstan

¹ bajana77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0427-9072>

² kafedra_biologii_pgpi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6040-6374>

³ n_suhanova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6130-6172>

SPICY WILD PLANTS OF THE PAVLODAR IRTYSH REGION

Annotation. In the article we recommend types of spicy plants suitable for any dishes. Moreover, many wild plants have been used as spices for a long time, and the use of some has been proposed and tested by us.

The harmlessness and safety of the proposed plants for humans has been tested by centuries of experience in their food use, as well as experience in traditional medicine. If a plant contains any potent substances and its use in large quantities is undesirable, then this is reported when describing the use of this plant for cooking.

Key words: rational use, spicy plants, properties, pepper substitute, burning taste

Вкусная и полезная еда обычно ассоциируется с достижениями современных технологий обработки пищи и новинками селекционеров, но далеко не всегда – с первоисточками, то есть с дикой природой. Между тем потенциал природы, в том числе растительного царства, в организации разнообразного и полезного питания человека гораздо выше любых искусственных новшеств. Человек пока еще использует не все дикорастущие растения и не всю продукцию от диких животных, а окультуриванию подверглась лишь незначительная часть дикой природы. Поэтому новые вкусы надо искать не в лаборатории, а в природе. И это в полной мере касается пряных растений, которые делают пищу вкусной, привлекательной и хорошо усвояемой.

Аир болотный – многолетнее травянистое растение семейства ароидных высотой более метра. Корневище мощное, мясистое, членистое, длиной более 50 см. Листья простые, очередные, линейные. Цветочная стрелка трехгранная, с желобком и голым отклоненным

соцветием-початком, который снизу подпирается шпорцем мечевидной формы. Цветет в июне-июле. Цветки зеленовато-желтые. Завязь трехгранная. Плод – мелкая суховатая красно-бурая ягода.

Аир имеет многовековые традиции применения у тюркских народов. Лечебные и антисептические свойства аира болотного были хорошо известны еще воинам Чингисхана. Исторические предания гласят, что воин считался готовым к любому походу, если имел с собой мешочек засушенных корневищ аира: они помогали при простудных и желудочных заболеваниях. Зубную боль устранили тем, что помещали в дупло небольшой кусочек корневища аира: боль утихала, а дальнейшая порча твердой ткани зуба приостанавливалась. Прежде чем остановиться лагерем возле какого-то водоема, монголо-татары посылали вперед гонцов, которые садили на побережье аир [1, с.23].

Благодаря монголо-татарам аир дошел до Ладоги и Финского залива, однако в Европейской части России он размножается лишь вегетативно, корневищами, не образуя початков-соцветий.

В современной фармакопее корневища аира находят применение как антисептическое, ранозаживляющее, сокогонное, желчегонное средство, используемое при простудных заболеваниях, холециститах, гастритах, язвах и кишечных инфекциях, для полоскания рта и горла при ангине и заболеваниях десен [2, с.640]. Корневище аира (и в меньшей степени – надземная часть) содержат многочисленные биологически активные вещества, в первую очередь – сапонины, терпеноиды, эфирные масла и антрагликозиды, которые и обуславливают широкое оздоровительное применение этого растения. Корневища аира содержат душистое каламусовое масло, состоящее из пинена, камфена. Камфоры, борнеола, эвгенола, а также витамин С (150 мг%), гликозид акорин, алкалоид каламин, холин, смолы, крахмал [5, с.384].

Аир излечивает многие заболевания желудочно-кишечного тракта, обладает желчегонным и противовоспалительным действием, а, кроме того, содержащиеся в нем сапонины эмульгируют жиры, способствуя их перевариванию и уменьшая неприятные ощущения после обильной трапезы. Регулярная очистка печени приемом корневищ аира способствует детоксикации организма, улучшению всех обменных процессов и общего самочувствия. Эмульгирующие свойства корневищ аира могут помочь даже людям с удаленным желчным пузырем.

Эфирные масла аира обладают антисептическими свойствами и оказывают раздражающее действие на желудочно-кишечный тракт, и препараты этого растения могут устранять не только поносы, но и запоры, что актуально при лечении старческой атонии кишечника и при уходе за пожилыми людьми.

Благодаря сапонинам, содержащимся в аире, достигается улучшение всасывания веществ в желудочно-кишечном тракте, за счет чего увеличивается полнота усвоения пищи, улучшается всасывание витаминов, микроэлементов, лекарств (что можно использовать для быстроты и полноты усвоения таблетированных препаратов, приблизив его к инъекционному). Это позволит рационально применять лекарства и биологически активные добавки, а также поможет истощенным людям быстро набрать вес [6, с.569].

С учетом того, что сапонины и сапониновые гликозиды, содержащиеся в аире, вызывают гемолиз эритроцитов [7, с.592], отвары аира могут устранять наружные (местно) и желудочно-кишечные (при приеме внутрь) кровотечения. Корневища аира могут стать эффективным средством для устранения запаха алкоголя и его метаболитов, а также любых неприятных запахов изо рта, благодаря содержанию сапонинов и другие терпеноиды – сексвитерпеноидов, в частности, каламена [8, с.349].

Связывание сапонинами продуктов белкового обмена (мочевой кислоты и уратов) позволяет использовать аир и другое соответствующее растительное сырье для профилактики мочекаменной болезни, подагры, остеохондроза, метаболических артритов, а также общей интоксикации организма и связанной с этим тошноты, рвоты, отвращения к

животному белку (проверено нами в отношении онкологических пациентов). Аир и другие растения, содержащие сапонины, могут также стать средством для улучшения гибкости суставов и позвоночника за счет устранения избытка азотистых метаболитов, причем особенно эффективным в сочетании с растительным сырьем, содержащим природные салицилаты – аналоги аспирина, которые также выводят мочекислые соли из организма. Это важно не только для профилактики возрастных изменений в опорно-двигательном аппарате, но и для лиц определенных профессий (например, при занятиях хореографией). Аир является мощным противострессовым средством: по успокаивающему воздействию он сравним с аминазином, но при этом совершенно безвреден и безопасен. В отличие от большинства других дикорастущих и культивируемых пряностей, аир не повышает артериального давления, а наоборот, способствует его снижению и нормализации [9, с.352].

Корневища аира используются не только в медицине и в быту, но и в различных отраслях промышленности. Аир как консервирующее и пряно-ароматическое растение широко применяется в ликеро-водочной и рыбоконсервной промышленности, способствует уплотнению мяса при изготовлении колбасы и ветчины, сообщает полученному продукту тонкий аромат [10, с.244]. Аир в смеси с углем используют в быту для очистки воды, непригодной для питья. Аир используют в качестве корма для крупного рогатого скота, в кондитерской и парфюмерной промышленности. Корневище применяют для борьбы с блохами и другими насекомыми, дубления кожи, получения крахмала. Известно, что корневища аира содержат значительное количество крахмала, но их непосредственное использование в качестве крахмалистых овощей затруднительно из-за сильного запаха и острого вкуса как свежих, так и высушенных корневищ. Богаты корневища аира и кальцием, который откладывается в значительных количествах в виде оксалата [11, с.236].

Из корневищ аира изготавливают затычки для бочек, и это способствует лучшей сохранности солений, а также сообщает овощам своеобразный привкус и аромат. Аир традиционно использовался в качестве пряности во многих районах Кавказа и Закавказья. В небольшом количестве аир можно употреблять как заменитель лаврового листа, а также класть в компоты из свежих и сушеных фруктов, цукаты, варенье – для придания импряного вкуса и аромата [5, с.384]. Аир, наряду с иссопом и мятой, неоднократно упоминается в Библии (Ветхом завете) и других достоверных исторических источниках – как ценное пряное и ароматическое растение.

Мелколепестник канадский – однолетнее травянистое растение с прямым разветвленным и опушенным стеблем высотой от 30 до 160 см. Листья очередные, линейно-ланцетные, опушенные, цельнокрайные, нижние – с редкими зубчиками по краям. Цветочные корзинки мелкие, белесые, собраны в узкие метельчатые соцветия. Периферические язычковые цветки беловатые, а срединные трубчатые – желтые, с хохолком. Семена мелкие, благодаря хохолку разносятся ветром.

Этот повсеместно распространенный сорняк был завезен в Евразию из Канады, по одним данным, в 17 веке, по другим - в 19-м, когда из Америки в Европу он проник с чучелом птицы, набитым семенами этого растения [13, с. 310]. Сейчас это один из наиболее злостных сорняков, устойчивый даже к современным гербицидам.

А у сорняка мелколепестника есть и культурная декоративная форма, называемая эригерон (по родовому латинскому названию). В природе встречаются и другие дикорастущие формы мелколепестника (например, малоголовый), которые также являются сорными и рудеральными растениями.

Мелколепестник канадский безвреден для человека. В народной медицине используется при маточных, геморроидальных, желудочно-кишечных кровотечениях, расстройствах желудка, заболеваниях глаз, а также для отращивания волос [14, с. 297].

Благодаря своеобразному жгучему вкусу листья и другие надземные части растения могут использоваться как заменитель перца в салатах, особенно для людей, страдающих заболеваниями желудка, а также в экспедиционно-полевых условиях. Такой способ применения надземных частей мелколепестника был впервые предложен Н.Е.Тарасовской и Б.Ж.Баймурзиной [15, с. 3]. Ранее в качестве заменителя перца, в том числе для лиц, страдающих заболеваниями желудка, было известно использование сухих листьев базилика, а также их смеси с розмарином.

По результатам наших исследований, надземные части мелколепестника канадского могут храниться в высушенном виде (в закрытой посуде) несколько лет без потери характерного вкуса и аромата. При этом желательно избегать сбора травы с отцветающими цветками, чтобы не допустить рассеивания семян с хохолком и распространения сорняка.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Назарова Г.Ш. Названия лекарственных растений в современном уйгурском языке. – Автореф. ... канд. филол. наук: 10.02.06. – Алма-Ата: Институт уйгуроведения, 1992. – 23 с.
2. Лавренова Г.В. Домашний травник. – М.: ЗАО «ОЛМА Медиа Групп», 2010. – 640 с.
3. Кортиков В.Н. Полная энциклопедия лекарственных растений /В.Н.Кортиков, А.В.Кортиков. – Ростов-на Дону: Феникс, 2008. – 797 с.
4. Лавренова Г.В. Полная энциклопедия лекарственных растений /Лавренова Г.В., Лавренов В.К. – М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2008. – 416 с.
5. Пастушенков Л.В., Пастушенков А.Л., Пастушенков В.Л. Лекарственные растения: Использование в народной медицине и быту. – Л.: Лениздат, 1990. – 384 с., ил.
6. Ветеринарная энциклопедия /Гл.ред. К.И.Скрябин. – М.: Советская энциклопедия, 1975. – Т.5 (Подковывание – Токсикологический анализ). – 1088 с. – С. 569.
7. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия. Учебник для вузов/Под ред. А.А.Петрова. – М.: Высшая школа, 1981. – 592 с.
8. Йорданов Д., Николов П., Бойчинов Асп. Фитотерапия. Лечение лекарственными травами. Четвертое русское издание. – София: Медицина и физкультура, 1976. – 349 с.
9. Ряженев В.В. Фармакология. – М.: Медицина, 1984. – 352 с.
10. Лекарственные растения Алтая. Справочник /Сост. М.С.Галанчук, В.Ф.Платонов. – Бийск: издательство «Кедр», 2010. – 244 с. – С. 15.
11. Середин Р.М., Соколов С.Д. Лекарственные растения и их применение. – Ставрополь: Ставропольское книжное издательство, 1969. – 236 с. – С. 210
12. Ильина Т.А. Большая иллюстрированная энциклопедия лекарственных растений. – М.: издательство «Э», 2017. – 304 с., ил.
13. Рябоконь А.А. Новейший справочник лекарственных растений /А.А.Рябоконь. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 397 с. – (Живая линия). – С. 310-311.
14. Лавренова Г.В. Домашний травник. – М.: ЗАО «ОЛМА Медиа Групп», 2010. – 640 с. – С. 297-298.
15. Патент РК на полезную модель № 4187. Заменитель перца. Тарасовская Н.Е., Баймурзина Б.Ж., Хасанова Л.А. / опубл. 19.07.2019 г., бюл. № 29. – 3 с.

REFERENCES

1. Nazarova G.Sh. Nazvaniya lekarstvenny`x rastenij v sovremennom ujugurskom yazy`ke. – Avtoref. ... kand. filol. nauk: 10.02.06. – Alma-Ata: Institut ujugurovedeniya, 1992. – 23 s.
2. Lavrenova G.V. Domashnij travnik. – M.: ZAO «OLMA Media Grupp», 2010. – 640 s.
3. Kortikov V.N. Polnaya e`nciklopediya lekarstvenny`x rastenij /V.N.Kortikov, A.V.Kortikov. – Rostov-na Donu: Feniks, 2008. – 797 s.
4. Lavrenova G.V. Polnaya e`nciklopediya lekarstvenny`x rastenij /Lavrenova G.V., Lavrenov V.K. – M.: AST; Doneczk: Stalker, 2008. – 416 s.
5. Pastushenkov L.V., Pastushenkov A.L., Pastushenkov V.L. Lekarstvenny`e rasteniya: Ispol`zovanie v narodnoj medicine i by`tu. – L.: Lenizdat, 1990. – 384 s., il.
6. Veterinarnaya e`nciklopediya /Gl.red. K.I.Skryabin. – M.: Sovetskaya e`nciklopediya, 1975. – T.5 (Podkovy`vanie – Toksikologicheskij analiz). – 1088 s. – S. 569.
7. Petrov A.A., Bal`yan X.V., Troshhenko A.T. Organicheskaya ximiya. Uchebnik dlya vuzov/Pod red. A.A.Petrova. – M.: Vy`sshaya shkola, 1981. – 592 s.
8. Jordanov D., Nikolov P., Bojchinov Asp. Fitoterapiya. Lechenie lekarstvenny`mi travami. Chetvertoe russkoe izdanie. – Sofiya: Medicina i fizkul`tura, 1976. – 349 s.
9. Ryazhenov V.V. Farmakologiya. – M.: Medicina, 1984. – 352 s.
10. Lekarstvenny`e rasteniya Altaya. Spravochnik /Sost. M.S.Galanchuk, V.F.Platonov. – Bijsk:

izdatel'stvo «Kedr», 2010. – 244 s. – S. 15.

11. Seredin R.M., Sokolov S.D. Lekarstvenny`e rasteniya i ix primeneniye. – Stavropol` : Stavropol`skoe knizhnoe izdatel'stvo, 1969. – 236 s. – S. 210

12. P`ina T.A. Bol`shaya illyustrirovannaya e`nciklopediya lekarstvenny`x rastenij. – M.: izdatel'stvo «E`», 2017. – 304 s., il.

13. Ryabokon` A.A. Novejshij spravochnik lekarstvenny`x rastenij /A.A.Ryabokon`. – Rostov-na-Donu: Feniks, 2009. – 397 s. – (Zhivaya liniya). – S. 310-311.

14. Lavrenova G.V. Domashnij travnik. – M.: ZAO «OLMA Media Grupp», 2010. – 640 s. – S. 297-298.

15. Patent RK na poleznuyu model` № 4187. Zamenitel` percza. Tarasovskaya N.E., Bajmurzina B.Zh., Xasanova L.A. / opubl. 19.07.2019 g., byul. № 29. – 3 s.

Информация об авторах

Б.Ж. Баймурзина – магистр естественных наук, аспирант;

Н.Е. Тарасовская – доктор биологических наук, профессор;

Н:В.Суханова – доктор биологических наук, профессор.

Information about the authors

B.J. Baimurzina – Master of Natural Sciences, post-graduate student;

N.E. Tarasovskaya – Doctor of Biological Sciences, Professor;

N.V.Sukhanova – Doctor of Biological Sciences, Professor.

УДК 547.541.2.

Ламия Гулу кызы Вализаде¹, Латафат Муса кызы Магеррамова², Эльмира Ислам кызы Сулейманова³

¹ *Институт нефтехимических процессов Национальной академии наук
Азербайджана, Баку, Азербайджан*

^{2,3} *Азербайджанский государственный университет нефти и строительства, Баку,
Азербайджан*

¹ *lamiyavalizada@gmail.com*

² *latafat62@mail.ru*

³ *suleymanova1944@mail.ru*

К МЕТОДАМ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ АРОМАТИКИ В ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЯХ

Аннотация. В представленной статье показаны основные методы деароматизации дизельной фракции нефти. Показаны основные пути дерароматизации дизельных дистиллатов и применение этих методов в промышленной практике. Сообщаются перспективы использования растворителей и ионных жидкостей в процессе деароматизации дизельных фракций

Ключевые слова: дизельная фракция, деароматизация, ионные жидкости, растворители глубокой эвтектики, гидродеароматизация

Lamia G.Valizade¹, Latafat M. Maharramova², Elmira I. Suleymanova³

¹ *Institute of Petrochemical Processes of the National Academy of Sciences of Azerbaijan,
Baku, Azerbaijan*

^{2,3} *Azerbaijan State University Oil and Industry, Baku, Azerbaijan*

¹ *lamiyavalizada@gmail.com*

² *latafat62@mail.ru*

³ *suleymanova1944@mail.ru*

TO METHODS FOR REDUCING AROMATIC CONTENT IN DIESEL FRACTIONS

Abstract. The presented article shows the main methods of dearomatization of the diesel fraction of oil. The main ways of de-aromatization of diesel distillates and the application of these methods in industrial practice are shown. Prospects for the use of solvents and ionic liquids in the process of dearomatization of diesel fractions are reported.

Keywords: diesel fraction, dearomatization, ionic liquids, deep eutectic solvents, hydrodearomatization

В рассматриваемой статье показаны основные методы, используемые в промышленности для снижения содержания ароматических углеводородов в составе дизельных дистиллатов. Так, в работе [1] сообщается, что за прошедшие годы процесс гидроочистки был значительно усовершенствован, чтобы облегчить производство экологически чистого дизельного топлива за счет снижения содержания серы и ароматических соединений в соответствии с современными нормами выбросов. В этом исследовании показаны различные кинетические модели реакции гидродеароматизации и влияние скорости реакции на производительность, проанализирован промышленный реактор гидроочистки газойля и легких цикловых нефтяных фракций. Результаты моделирования сравнивались с экспериментальными данными из проведенного промышленного опыта и

предложена лучшая модель наблюдаемого процесса. Производительность реактора и общая эффективность процесса сильно зависят от кинетики гидродеароматизации в отношении конверсии ароматических соединений, и тем более в отношении повышения температуры в реакторе, что влияет на все ключевые параметры каталитической реакции, эффективность смачивания катализатора и, таким образом, конверсию серы. На основании полученных результатов моделирования можно сделать вывод, что производительность реактора сильно зависит от реакции гидродеароматизации. Лучшие предсказания о температура, а также конверсии серы и ароматики (отклонение от значение 0,87 К, 0,01% и 2,57% соответственно) достигаются с помощью кинетики Ленгмюра-Хиншельвуда в модели, предложенной Овусу-Боакье.

В работе [2] представлены результаты исследования, проведенные по совершенствованию качества гидроочищенного дизельного топлива (ГДФ) методом экстракции ионной жидкости на основе N-метилпирролидона и уксусной кислоты. Влияние различных факторов – соотношение компонентов, температура и продолжительность экстракции было изучено на выход и степень очистки, в частности на степень деароматизации и обессеривания ГДФ. Выяснено, что в случае реализации селективной очистки ГДФ ионной жидкости при соотношении ионной жидкости к исходному сырью 3:1, время контакта компонентов – 3 часа, температура экстракции 60⁰С, остаточная ароматика в рафинате составляет 4% мас., а серосодержащие соединения – 0,0153 % масс. При этом цетановое число составляет 52. Практически полная деароматизированное сырье получают при температуре экстракции – 20-25⁰С, массовом отношении состава ионной жидкости к исходному сырью – 2:1 и времени контакта компонентов – 1 час. В вышеуказанных условиях экстракции, остаточное содержание серосодержащих соединений в рафинате, полученного с выходом 88%, составляет 0,0130% масс. Цетановое число очищенного ГДФ составляет 52. Благодаря свойствам – кинематической вязкости, цетановому числу и одновременно остаточному содержанию ароматических углеводородов, ГДФ после селективной очистка композицией ионной жидкости, соответствует требованиям Евро-5.

Цель исследования [3] состояла в том, чтобы выяснить, может ли добавление второй стадии деароматизации минимизировать концентрацию ароматических соединений в дизельном топливе с низким содержанием ароматических соединений. Для того чтобы дизельное топливо можно было назвать городским дизельным топливом с низким содержанием ароматических соединений (МК1 в Швеции), концентрация ароматических соединений в настоящее время может составлять не более 5 %. Городское дизельное топливо с низким содержанием ароматических соединений реагировало с газообразным водородом над слоем катализатора Pt/Al₂O₃ в реакторной системе с нисходящим потоком. Эта реакция была изучена при различных давлениях и температурах.

Относительно высокое содержание азота и серы в сланцевом масле может оказывать неблагоприятное влияние на его потенциальное использование в качестве альтернативного топлива. В работе [4] показаны результаты предварительных исследований каталитической гидроочистки дизельного топлива фракции (200–360⁰С) фушуньской сланцевой нефти. Гидрирование было проведено в реакторе с неподвижным слоем с использованием сульфидированных катализаторов Ni-W/Al₂O₃ и Co-Mo/Al₂O₃. Изучено влияние температуры, давления, жидкостного часового пространства, скорости (LHSV) и соотношения водород/сырье при гидрообессеривании (HDS) и гидродеазотирование (ГДН). Сравнивали каталитическую активность двух катализаторов. Результаты показали, что повышение температуры, высокое давление и длительное время пребывания (обратное LHSV) способствовали удалению серы и азота, а влияние соотношения водород/сырье было менее ощутимым. Степень удаления азота была существенно выше, чем серы. Эффективность HDS двух катализаторов была сопоставима в тяжелых условиях. Катализатор Ni-W/Al₂O₃ оказался значительно более активным при ГДН, чем катализатор CoMo/Al₂O₃ во всех выбранных условиях. Масло, очищенное в оптимальных условиях

характеризуется низким содержанием серы, азота и алкенов. Поэтому его можно использовать как более ценное топливо.

Патент [5] относится к способу деароматизации нефтяных дистиллятов, включающий стадии подачи исходного ароматического углеводородного сырья в установку гидроочистки, контакта исходного сырья с водородом в присутствии катализатора для гидрирования дистиллята и содержащихся в нем ароматических соединений с получением деароматизированного продукта, и извлечение деароматизированного продукта из установки гидроочистки.

В работе [6] представлены результаты исследовательской программы, направленной на изучение влияния содержания ароматических соединений в дизельном топливе и цетанового числа на выбросов выхлопных газов дизельного двигателя. Репрезентативный модельный ряд из семи современных автомобилей малой грузоподъемности, а также двух двигателей большой мощности, были испытаны с использованием европейских процедур испытаний с шестью видами топлива с содержанием ароматических соединений в диапазоне от 15 до 37 об.%. Тестовые топлива были произведены путем глубокого гидрирования базового топлива. Этот процесс влияет на другие параметры качества топлива, в том числе плотность, содержание серы и цетановое число. Чтобы сбалансировать эти изменения, матрица включала серу и воспламенение топлива с присадками-улучшителями. Топливо гидрокрекинга также было включено в заказ. Исследование выявило значительное влияние свойств топлива на угарный газ и выбросы твердых частиц от легковых автомобилей. Самые сильные корреляторы были получены с цетановым числом. Включение ароматических терминов в корреляцию уравнения с цетановым числом не дали улучшения по сравнению с корреляциями с учетом только цетанового числа.

Работа [7] представляет собой выборочный обзор подходов к проектированию и связанного с ними катализа и химии для глубокой десульфурации и глубокой деароматизации (гидрирования) углеводородного топлива, особенно дизельного топлива. Проблемой глубокой десульфурации дизельного топлива является сложность удаления тугоплавких соединений серы, особенно 4,6-диметилдибензотиофена, с помощью обычных процессов гидродесульфурации. Проблема усугубляется ингибирующим действием полиароматических углеводородов и соединений азота, которые присутствуют в некоторых смесях дизельного топлива на глубоком ГДС. С новыми правилами Агентства по охране окружающей среды (EPA) Tier II, согласно которым к июню 2006 г. содержание серы в дизельном топливе должно быть снижено с текущих 500 частей на миллион до 15 частей на миллион, нефтеперерабатывающие заводы сталкиваются с серьезными проблемами, связанными с соблюдением спецификаций по содержанию серы в топливе наряду с требуемым снижением содержания ароматических углеводородов. Будут обсуждаться принципы и проблемы существующих процессов гидрообессеривания, а также концепции, преимущества и недостатки различных новых подходов. В частности, будут обсуждаться следующие новые подходы к разработке для удаления серы: 1) новые катализаторы для сверхглубокой гидродесульфурации в обычных условиях процесса HDS; 2) новая концепция дизайна устойчивых к сере катализаторов на основе благородных металлов для низкотемпературного гидрирования; 3) новый процесс десульфурации путем адсорбции и улавливания серы в атмосфере H_2 ; 4) новый процесс десульфурации путем селективной адсорбции при температуре окружающей среды без H_2 и связанная с ним интегрированная концепция процесса; 5) окислительное обессеривание в жидкой фазе; и 6) биодесульфурация.

Показано [8], что одним из наиболее распространенных способов улучшения низкотемпературных свойств дизельных топлив является использование присадок. Однако разнообразие присадок и эффект восприимчивости затрудняют подбор присадки к конкретному составу дизельного топлива и условиям эксплуатации. Закономерности взаимодействия функциональных групп присадок с углеводородами дизельной фракции до сих пор не исследованы. В статье рассмотрено влияние фракционного, группового и

структурно-группового состава прямогонных дизельных топлив на эффективность присадок, улучшающих хладотекучесть. Рассмотрено влияние концентрации добавок на эффективность их действия. Показано, что при выборе присадки для дизельного топлива и определении ее оптимальной концентрации необходимо учитывать оптимальное содержание различных групп углеводородов в дизельном топливе, при котором присадка для улучшения текучести наиболее эффективна.

В работе [9] исследуется влияние фракционной перегонки на выход и качество биотоплива, получаемого на лабораторной установке при атмосферном давлении с получением трех перегонных фракций: зеленого бензина, зеленого авиационного керосина и зеленого дизельного топлива. Качество перегонных фракций оценивали с помощью физико-химического анализа, ИК-Фурье-спектроскопии и анализа ГХ-МС. Фракционная перегонка сырого биотоплива давала биотопливу в виде дистиллированных фракций с наибольшими значениями физико-химических свойств в пределах, установленных национальными и международными регулирующими органами, и с аналогичными экспериментальными кривыми дистилляции к стандартным кривым дистилляции. ГХ-МС анализ показал, что три дистиллированные фракции имели более высокое содержание углеводородов, чем насыщенные кислородом соединения и содержащие углеводороды, характерные для нефтепродуктов, таких как бензин, авиационный керосин и дизельное топливо.

Серосодержащие соединения в транспортном топливе при сжигании превращаются в SO_x , который является основным источником кислотных дождей и загрязнения воздуха [10]. В целях защиты окружающей среды многие страны обязали снизить уровень содержания серы в топливе до 10 ppm к 2009 г. ближайшие несколько лет. В нефтяной промышленности топлива с низким содержанием серы часто получают в результате процессов гидрокрекинга или гидроочистки. Хотя процессы гидроочистки оказались очень эффективными для снижения содержания серы, дальнейшее повышение эффективности гидрообессеривания ограничивается все более жесткими условиями эксплуатации при растущих затратах. Более того, при необходимости глубокого гидрообессеривания моторных топлив явно возрастут не только потребление энергии и водорода, но и будут индуцироваться нежелательные побочные реакции (такие как насыщение большего количества олефинов). Такие побочные реакции приводят к снижению октанового числа бензина. Ионные жидкости, новый класс зеленых растворителей, в последнее время подвергались интенсивным исследованиям по удалению тиофеновых соединений серы (например, дибензотиофена) из топлива из-за ограничений традиционного метода гидрообессеривания при удалении этих соединений. Ионные жидкости обладают способностью извлекать ароматические серосодержащие соединения в условиях окружающей среды без потребления H_2 . Кроме того, ионные жидкости не смешиваются с топливом, а использованные ионные жидкости могут быть регенерированы и переработаны путем промывки растворителем или дистилляции. Десульфурация с использованием ионных жидкостей привлекает все большее внимание. В 2003 г. Ло и соавт. впервые сообщили о химическом окислении в сочетании с экстракцией ионной жидкостью для окислительной десульфурации. При использовании $IL [BMIm]PF_6$ в качестве экстрагента, уксусной кислоты в качестве катализатора и H_2O_2 в качестве окислителя удаление серы из ДБТ в модельном масле было значительно увеличено до 85%. Сообщалось также об окислении сероорганических соединений в соответствующие сульфоны при катализе полиоксометаллическими кислотами и их солями в ионных жидкостях. Кроме того, хорошо известно, что гомогенные катализаторы трудно отделить от продуктов их реакции, что ограничивает возможность их повторного использования. В настоящее время сообщают о более эффективных системах ОРВ, содержащих только H_2O_2 в качестве окислителя, кислую ионную жидкость, $[HMIm]BF_4$ или $[Nmp]BF_4$ в качестве экстрагента и катализатора. Было продемонстрировано, что различные типы ионных жидкостей на основе имидазола, пиридиния и аммония с различным анионом потенциально применимы для удаления серы из транспортного топлива. Холбрей и др. исследовали

мощность извлечения ДБТ из додекана. В этом исследовании способность десульфурации ионных жидкостей ранжируется по катиону в следующей последовательности: метилпиридиний \geq пиридиний \approx имидазолий \approx пирролидин с гораздо менее значительным изменением в зависимости от типа аниона. Недавно было исследовано несколько пиридиниевых ионных жидкостей для целей десульфурации. В этой главе систематически рассматривается удаление соединений серы из дизельного топлива с помощью различных ионных жидкостей.

Таким образом, подводя итог результатам проведенных исследований, можно заключить, что к основным методам деароматизации дизельной фракции можно отнести гидродеароматизацию, применение ионных жидкостей и других специальных растворителей, а также использование серной кислоты.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Glisi S.B., Orlovic A.M. The Influence of Hydrodearomatization Reaction Kinetics on the Modelling of Sulphur and Aromatics Removal from Diesel Fuel in an Industrial Hydrotreating Process // *Energies*. 2021. Vol. 14. Pp. 4616-4621

2. Ibragimova M., Aliyeva S., Seidova S., Guseinov G., Abbasov V., Naghiyev V. Improvement Of Quality Of The Hydropurified Diesel Fuel By Ion-Liquid Extraction // *International Journal of Scientific Engineering and Applied Science*. 2018. Vol. 4. N 5. Pp. 91-95

3. Gevert B.S., Eneroth R., Jarnstrom A., Lundberg B., Olsson P., Pal R., Rodin J. Diesel fuel with low aromatic content // *Abstract of Papers of the American Chemical Society*. 2011. 132 p.

4. Hang Y., Shuyuan L., Guangzhou J. Hydrodesulfurization and hydrodenitrogenation of diesel distillate from Fushun shale oil // *Oil shale*. 2010. Vol. 27. N 2. Pp. 128-134

5. Patent EP 0794241A2. 1997 Process for dearomatization of petroleum distillates / J. Aittamaa, E. Lundgren, S. Lonka, V. Marrkanen /

6. Bartlett C.J.S., Betts W.E., Booth M., Glavazzi F., Guttmann H., Heinze P. Diesel fuel aromatic content and its relationship with emissions from diesel engines // *CONCAWE*. 1992. N 92. Pp. 54-70

7. Song C., Xiaoliang M. New design approaches to ultra-clean diesel fuels by deep desulfurization and deep dearomatization // *Applied Catalysis B – Environmental*. 2003. Vol. 41. N 1. Pp. 207-238

8. Kirgina M., Bogdanov I., Altynov A., Belinskaya N., Orlova A., Nikonova N. Studying the impact of different additives on the properties of straight-run diesel fuels with various hydrocarbon compositions // *Oil Gas Sci. Technol. – Rev.* 2021. Vol. 76. N 40. Pp. 1-13

9. Pereira S.A., Andrade A., da Mota M., Teixeira N., Machado T. Influence of fractional distillation on the yield and quality of biofuels obtained through thermal catalytic cracking of crude palm oil // *DYNA*. 2021. Vol. 218. N 88. Pp. 62-71

10. Kowsari E. Recent Advances in the Science and Technology of Desulfurization of Diesel Fuel Using Ionic Liquids // *Ionic liquids*. 2012. N 4. Pp. 5772-5777

Информация об авторах

Л.Г. Вализаде – технолог лаборатории «Циклоолефины»;

Л.М. Магеррамова – кандидат химических наук, доцент кафедры «Технология неорганических веществ»;

Э.И. Сулейманова – кандидат химических наук, доцент кафедры «Технология неорганических веществ».

Information about the authors

L.G. Valizade –technologist of the laboratory "Cycloolefins";

L.M. Magerramova – Ph.D., Associate Professor of the Department "Technology of inorganic substances";

E.I. Suleymanova – Ph.D., Associate Professor of the Department "Technology of inorganic substances".

УДК 547.541.2.

Гюльсум Энвер гызы Гаджиева¹, Нармин Али гызы Мамедова²

*^{1,2}Институт нефтехимических процессов Национальной академии наук
Азербайджана, Баку, Азербайджан*

¹gulsum.mete@mail.ru

²narmishka@mail.ru

*Автор, ответственный за переписку: Гюльсум Энвер гызы Гаджиева,
gulsum.mete@mail.ru*

ПРОИЗВОДНЫЕ ПАЛЬМОВОГО МАСЛА В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ

Аннотация. В представленной работе показаны результаты исследований в области применения функционально замещенных производных пальмового масла. Отмечено, что соединения, полученные на основе жирных кислот пальмового масла могут обеспечивать защиту металлических поверхностей от агрессивных химических сред, в частности кислотной, углекислотной и сероводородной коррозии.

Ключевые слова: растительные масла, ингибиторы коррозии, жирные кислоты пальмового масла, зеленая химия

Gulsum Enver gizi Hajiyeva¹, Narmin Ali gizi Mamedova²

^{1,2}Institute of Petrochemical Processes, Baku, Azerbaijan

¹gulsum.mete@mail.ru

²narmishka@mail.ru

Corresponding author: Gulsum Enver gizi Hajiyeva, gulsum.mete@mail.ru

DERIVATIVES OF PALM OIL AS CORROSION INHIBITORS

Abstract. The presented work shows the results of research in the field of application of functionally substituted derivatives of palm oil. It is noted that compounds derived from fatty acids of sunflower oil can protect metal surfaces from aggressive chemical environments, in particular acid, carbon dioxide and hydrogen sulfide corrosion.

Keywords: vegetable oils, corrosion inhibitors, palm oil fatty acids, green chemistry

В представленной работе нами осуществлен анализ результатов научных исследований в области применения производных хлопкового масла в качестве ингибиторов коррозии и отмечены перспективы их применения в качестве ингибиторов зеленой химии. Так, в работе [1] исследовано влияние пальмового масла в качестве ингибитора коррозии на ковкий чугун (КЧ) и мягкую сталь. Использовалась методика потери веса. На каждый купонообразец наносили пальмовое масло, прежде чем подвергать его воздействию различных внешних факторов. Результаты показали, что в 1М NaOH не произошло заметной коррозии как на образцах из ковкого чугуна, так и на образцах из мягкой стали даже в течение 1344 часов (7 недель) эксперимента. Когда образцы подвергались воздействию пресной воды, ингибированной пальмовым маслом, скорость коррозии образцов КЧ сначала была высокой, а затем резко снизилась. Однако для образцов из мягкой стали изначально была низкая скорость коррозии, которая впоследствии резко возросла. На импрегнированном КЧ, подвергнутом воздействию воздуха, потери от коррозии были незначительными или отсутствовали, в то время как пропитанная низкоуглеродистая сталь, подвергнутая воздействию воздуха, изначально подверглась коррозии. Для моделируемой морской воды, ингибированной пальмовым маслом, было небольшое начальное коррозионное воздействие, за которым последовало резкое увеличение коррозионного воздействия. Из этого исследования можно сделать вывод, что пальмовое масло может быть хорошим сырьем для

приготовления «экологически чистых» ингибиторов коррозии. Было доказано, что пальмовое масло продемонстрировало высокую эффективность ингибирования, особенно в отношении коррозии ковкого чугуна в 1М NaOH и на воздухе. Он также показал себя как надежный защитный экран от коррозии мягкой стали в 1М NaOH.

Ингибитор зеленой химии на основе косточкового пальмового масла (PKO) был приготовлен для исследования его ингибирующего действия на коррозию стали ASTM A36 в растворе хлорида натрия. Метод аминлиза использовали для синтеза зеленого ингибитора и получения диэтанолamina жирной кислоты. Затем готовили смесь PKO и диэтанолamina в соотношениях 1:6 и 1:20. Эти смеси добавляли в раствор хлорида натрия с концентрацией 50, 100, 500 и 1000 ppm и использовали в качестве рабочего раствора при коррозионных испытаниях. Коррозионные испытания проводились с использованием анодной поляризации. Подтверждение микроструктуры поверхности сталей проводили с помощью оптического микроскопа. Результаты, полученные при испытаниях на коррозию, показали, что ингибиторы пальмового масла, особенно пальмоядрового масла (ПКО), обеспечивают хороший антикоррозионный эффект. Настоящая работа дала очень многообещающие результаты в приготовлении ингибиторов сырой коррозии.

В работе [3] сообщается, что биодизельные продукты проявляют коррозионные свойства. Биодизель содержит компоненты насыщенных и ненасыщенных сложных эфиров, которые имеют тенденцию быть нестабильными, чувствительными к свету, температуре и ионам металлов. Таким образом, это исследование направлено на синтез биодизеля из различных растительных масел (пальмовое масло, подсолнечное масло и масло свечного ореха), а также на анализ его коррозионного воздействия на железные стружки и характеристику биодизеля. Этапы исследований были следующие: синтез метилового эфира и его характеристика, коррозионные испытания. Результаты показали, что характеристики метилового эфира образцов соответствуют требованиям SNI7182: 2015. По результатам ГХ-МС наибольшие компоненты метиловых эфиров свечного масла и подсолнечного масла составляли 35,04% метилолеата и 46,79% метилолеата соответственно, в то время как в пальмовом масле самыми большими компонентами были 41,60% метилолеата и 41,16% метилпальмитат. Испытание на коррозию показало, что скорость коррозии железного гвоздя в биодизеле при комнатной температуре была ниже 70 °С. На основании результатов ГХ-МС и СЭМ биодизель содержал высокое содержание ненасыщенных жирных кислот и имел низкую скорость коррозии, т. е. при комнатной температуре метиловый эфир пальмового масла, масла свечного ореха и подсолнечного масла составлял 0,006, 0,011 и 0,011 м.д./год. соответственно, а при 70 °С они составляли 0,011, 0,016 и 0,017 млн./год. соответственно. Результаты соответствовали результатам СЭМ при высокой температуре и значительно высоком содержании ненасыщенных жирных кислот. На это указывало образование ямок.

Экстракт пустых плодов масличной пальмы (OPEFB) был оценен как ингибитор коррозии мягкой стали в 1 М соляной кислоте с использованием метода снижения веса [4]. Экстракт OPEFB готовили в различных концентрациях 0,2–1,0 % об. для предварительного изучения. Оптимизация на основе центрального композитного дизайна была задействована для анализа факторов и максимизации эффективности ингибирования. Максимальная эффективность ингибирования оценивалась до 99,95%. Исследования с помощью инфракрасной спектроскопии Фурье-преобразования (FTIR) и сканирующей электронной микроскопии (SEM) подтвердили наличие активных соединений и отложение экстракта на поверхности металла. Термодинамическое исследование показало, что адсорбция протекает по изотерме Ленгмюра, а механизм ингибирования имеет тенденцию к физиономии.

В работе [5] было исследовано действие экстракта листьев масличной пальмы (*Elaeis guineensis*) в качестве ингибитора коррозии углеродистой стали в солевом растворе. Углеродистая сталь была вырезана и обработана до коррозионных образцов и погружена в 0,5 М раствор NaOH, содержащий различные концентрации ингибитора (0,5%,

1%, 1,5%, 2%, 2,5% об./об.) в течение пятнадцати недель. В этой статье сообщается о результатах, полученных методом потери веса, рассчитаны скорости коррозии, изменение степени покрытия поверхности в зависимости от температуры, изменение энергии активации и теплоты адсорбции. В результате было обнаружено, что адсорбция *Elaeis guineensis* снижает скорость коррозии стали в солевом растворе. Установлено, что наиболее подходящая концентрация ингибитора составляет 2,0% с эффективностью ингибирования 45%. Полученные результаты показывают, что экстракт может служить эффективным ингибитором коррозии углеродистой стали в солевом растворе с концентрацией 2,0%. Механизм ингибирования заключается в хемосорбции, и адсорбированные молекулы ингибитора лежат на поверхности сплава, блокируя активные очаги коррозии на сплаве. Следовательно, придание сплаву более высокой коррозионной стойкости в исследуемой среде.

Коррозионная стойкость арматуры из углеродистой стали оценивалась в моделированном бетоне, карбонизированным поровым раствором (SCPCPS), загрязненным ионами хлора с и без присутствия порошка волокон пальмового масла (POFP) в качестве естественного ингибитора коррозии посредством электрохимической импедансной спектроскопии (ЭИС) в зависимости от времени. Результаты показывают, что POFP влияет на образование пассивного слоя, который смягчает процесс коррозии. Самая высокая концентрация ингибитора привела к самым высоким значениям коррозионной стойкости [6].

Отмечается [7], что лигнин является вторым наиболее естественным органическим полимером на Земле и может быть получен из отходов производства древесной массы масличной пальмы в виде черного щелока. Эффективность ингибирования крафт-лигнином (KL) и содовым лигнином (SL) коррозии низкоуглеродистой стали в 3,5% (вес/объем) хлорида натрия при двух уровнях pH была оценена методом потери веса, электрохимическими методами и анализом поверхности с использованием Концентрация ингибитора 50–800 частей на миллион (масса/объем) при 25°C. Как KL, так и SL могут служить хорошими ингибиторами для вышеупомянутой системы. KL давал максимальную эффективность ингибирования 95 и 92% для pH 6 и pH 8 соответственно при высоких концентрациях ингибитора, тогда как SL давал эффективность ингибирования 97 и 95% для pH 6 и pH 8 соответственно при концентрации ингибитора 800 ppm. Поляризационные исследования подтвердили, что KL и SL являются ингибиторами смешанного типа. И KL, и SL подчиняются изотерме адсорбции Ленгмюра при двух уровнях pH и 25 °C. ИК-Фурье-спектроскопия и анализ поверхности подтвердили, что на поверхность мягкой стали влияла адсорбция лигнина на поверхности с образованием соединений трехвалентного железа и лигнина. Компоненты ржавчины, особенно лепидокрокит, были уменьшены; следовательно, лигнин можно использовать в качестве преобразователя ржавчины.

Из жирных кислот, содержащихся в пальмовом масле, было синтезировано неионогенное поверхностно-активное вещество-гемини, а именно бис(2-((2-пальмитоамидоэтил)амино)этил)1H-имидазол-4,5-дикарбоксилат, которое было оценено как ингибитор коррозии для супермартенситной нержавеющей стали типа UNS S41425 в присутствии H₂S [8]. Используемые методики включали потенциодинамические поляризационные кривые, измерения сопротивления линейной поляризации и электрохимического импеданса. Дополнительно полученный ингибитор был охарактеризован с помощью инфракрасной и ¹H, ¹³C ЯМР-спектроскопии. Результаты показали, что скорость коррозии стали заметно снижалась при добавлении ингибитора имидазольного типа, достигая максимальной эффективности при определенной концентрации ингибитора, уменьшаясь при дальнейшем увеличении его концентрации. Это снижение скорости коррозии было связано с физической адсорбцией ингибитора на поверхности стали в соответствии с изотермой адсорбции Ленгмюровского типа, влияющей как анодные, так и катодные реакции.

Отмечается [9], что использование природного ингибитора коррозии является альтернативой использованию синтетических ингибиторов коррозии и неорганических ингибиторов. Выбор красного пальмового масла в качестве природного ингибитора коррозии обусловлен тем, что масло богато молекулами бета-каротина и витамина Е, обладает высокими антиоксидантными свойствами. Кроме того, присутствие молекул гетероатомов в красном пальмовом масле обеспечит лучшую адсорбцию на поверхности стали и, таким образом, предотвратит коррозию. Это исследование проводится для изучения эффективности использования красного пальмового масла в качестве ингибитора коррозии мягкой и углеродистой стали в 1 М растворе соляной кислоты. Целью данного исследования является определение функциональной группы в красном пальмовом масле и проведение морфологического анализа на поверхности стали после погружения в раствор среды с ингибитором и раствор среды без ингибитора. На основе потери веса и метода поляризации Тафеля обе стали претерпели снижение скорости коррозии, а эффективность ингибитора увеличилась при добавлении красного пальмового масла. На основе изображения, полученного с помощью сканирующего электронного микроскопа, ясно видно, что поверхность стали, покрытой красным пальмовым маслом, менее подвержена коррозии по сравнению со сталью без покрытия. Характеристика красного пальмового масла с использованием таких инструментов, как инфракрасный спектрометр с преобразованием Фурье (FTIR) и газовая хроматография (GC), доказала существование нескольких гетероатомных молекул, которые действуют как адсорбент на поверхности стали.

Коррозия металлов стала проблемой мирового значения из-за ее пагубных последствий, когда агрессивные среды используются практически во всех отраслях промышленности, и существует множество методов, используемых для ее замедления или предотвращения, но есть несколько ограничений, которые ограничивают использование этих методов. и одним из этих ограничений является их воздействие на окружающую среду. Одним из этих методов, используемых для предотвращения коррозии, являются химические ингибиторы, и они делятся на две категории, органические и неорганические, в зависимости от химических компонентов ингибиторов. Неорганические ингибиторы используются для предотвращения коррозии, но они токсичны, поэтому в последние годы большое внимание уделяется ингибиторам, безопасным для окружающей среды. Поскольку они доступны по цене, возобновляемы, биоразлагаемы и, самое главное, безопасны как для окружающей среды, так и для человека, Наиболее интенсивно исследуются ингибиторы коррозии растительных экстрактов. В этом обзоре [10] обобщаются достижения, возможности и недавний прогресс в использовании различных порций пальмового масла в качестве ингибитора коррозии в различных условиях и на различных металлах, а также оценивается эффективность с использованием различных методологий. Пальмовое масло является одним из распространенных натуральных масел в азиатских странах, таких как Малайзия. Эти результаты показывают, что пальмовое масло можно использовать для производства ингибиторов зеленой химии, что является отличным способом использования пальмового масла с пользой для окружающей среды и показан недавний прогресс в использовании различных порций пальмового масла в качестве ингибитора коррозии в различных условиях и на различных металлах и оценка эффективности с использованием различных методологий

Коррозия может привести к сбоям в инфраструктуре предприятия и машинам, ремонт которых обычно обходится дорого, загрязняя продукт и нанося ущерб окружающей среде [11]. Ингибитор зеленой химии представляет собой ингибитор коррозии, который обычно получают из экстракта растений и который может ингибировать коррозию посредством механизма хемосорбции и/или физической сорбции на поверхности металла или вступая в реакцию с ионами металла и образуя осадок барьерного типа на его поверхности. В этой статье обсуждается ингибирование коррозии низкоуглеродистой стали путем добавления пальмового масла и кукурузного масла в качестве ингибиторов зеленого цвета. Мы также сравнили действие этих ингибиторов в водной и морской среде. Коррозионное поведение

низкоуглеродистой стали определяли иммерсионными и электрохимическими испытаниями. Испытание на погружение проводили путем погружения образцов в дистиллированную воду и 3. 5% раствор NaCl с ингибиторами и без них в течение 1, 2, 4, 6 и 8 недель. Концентрация используемых ингибиторов составляла 100 г/л как для кукурузного масла, так и для пальмового масла. Для анализа результатов использовали сканирующую электронную микроскопию, энергодисперсионную спектроскопию и рентгеновский дифрактометр. Результаты испытаний на погружение показывают небольшое увеличение веса низкоуглеродистой стали, погруженной в присутствии ингибиторов, что свидетельствует о формировании тонкого защитного слоя, который действует как барьер против коррозии. Ингибитор кукурузного масла в дистиллированной воде показывает наибольшую эффективность ингибирования. Его эффективность ингибирования составляет 93,9%, что немного выше, чем у пальмового масла (91,5%) в аналогичной среде.

Краска используется в качестве средства защиты от коррозии поверхностей с течением времени [12]. Это исследование направлено на разработку краски на биологической основе, изготовленной из метилового эфира пальмового масла (POME), полученного из сырого пальмового масла (CPO). Для защиты трубопровода от коррозии был разработан новый состав краски, что снижает эксплуатационные расходы. Краска на биологической основе состоит из четырех компонентов: растворителя, связующего, добавок и пигмента. Растворителем в краске на биологической основе является POME. В качестве добавок используются смачивающие и диспергирующие агенты. Пигмент, используемый в краске на биологической основе, представляет собой TiO_2 . Рецепт был разработан с использованием постоянного количества добавок и связующего, но варьируя количество POME на 10 мл, 15 мл, 20 мл, 25 мл и 30 мл с добавлением воды. Стандартные методы испытаний для измерения скорости коррозии (ASTM G5-94 (2011)) были проведены для каждого образца. В заключение доказано, что при создании состава краски на биологической основе для лучшего ингибитора коррозии; оптимальное количество связующего, добавок и пеногасителя, которое следует использовать, составляет 20 мл, 10 мл и 10 мл соответственно.

Лигноцеллюлозная биомасса представляет собой биоразлагаемый продукт, отходы или остатки, происходящие из сельского хозяйства и аквакультуры, в основном состоящие из целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина [13]. Вайя масличной пальмы (OPF) является одним из основных источников лигноцеллюлозной биомассы в Малайзии, поскольку она ежегодно производится в больших количествах в виде отходов операций по переработке масличной пальмы. Лигнин, который может быть использован в качестве антиоксиданта, стал основным объектом исследования. Однако его гидрофобность ограничивала его возможности для любых других возможных применений. Для решения этой проблемы необходима модификация его сложной структуры. В этом исследовании сообщается о сравнительных структурных характеристиках и антиоксидантной активности автогидролизованного этанолорганосольвенлигнина (АНФЭЛ), экстрагированного из ОПФ, и модифицированного автогидролизованного этанолорганосольвенлигнина путем включения м-крезола (АГСЭОЛ) и 4-нитрофенола (АНФЭЛ). Химическая модификация с использованием органического поглотителя в процессе делигнификации повысила растворимость модифицированного лигнина за счет снижения его гидрофобных свойств и преобразования структуры в более мелкие фрагменты. Ингибирующее действие на коррозию низкоуглеродистой стали в 0,5 М растворе HCl изучали методами электрохимического импеданса (ЭИС) и потенциодинамической поляризации. Исследования показали, что скорость коррозии низкоуглеродистой стали может быть снижена в присутствии модифицированного лигнина.

В наших работах были приготовлены композиции на основе турбинного масла Т-30 и солей жирных кислот пальмового масла (Co, Zn, Cu, Fe, Mn, Cr, Ni, Ca) в различных концентрациях (5 %, 7 %, 10 %) и в различных соотношениях (1:4, 1:9, 9:1 и др.) и исследован их антикоррозионный эффект для стали в агрессивных средах. Защитный эффект полученных композиций представлен в табл. 1

Таблица 1.

Антикоррозионный эффект приготовленных композиций

Код композиции	Антикоррозионный эффект, гүнлэсутки		
	В гидрокамере “Г-4”	В морской воде	В 0.001%-ном растворе H ₂ SO ₄
Турбинное масло Т-30	37	19	14
X-97	197	97	85
X-98	234	105	90
X-99	262	114	99
X-100	107	59	41
X-101	113	66	53
X-102	125	70	61
X-106	112	69	54
X-107	139	71	63
X-108	150	77	66
X-103	153	77	67
X-104	168	81	74
X-105	181	89	79
X-112	141	77	68
X-113	167	84	71
X-114	178	90	88
X-109	112	67	53
X-110	122	70	66
X-111	131	74	69
X-115	167	80	74
X-116	178	86	78
X-117	194	90	85
X-118	122	79	70
X-119	131	81	75
X-120	166	88	79

Как видно из таблицы, композиция X- 97 (турбинное масло Т-30 + Zn соль жирных кислот пальмового масла при концентрации 95%+5%) имеет защитный эффект для стали в гидрокамере “Г-4” 197 дней, в морской воде 97 дней, а в 0,001 %-ном растворе. H₂SO₄ 85 дней. Однако для композиции X-99 (турбинное масло Т-30 + Zn соль пальмового масла при концентрации 90%+10%) защитный эффект для стали в гидрокамере составил 262 дней, в морской воде – 107 дней, а в 0,001 %-ном растворе H₂SO₄ он составляет 97 дней. Это говорит о том, что с увеличением концентрации производного пальмового масла антикоррозионный эффект композиции возрастает.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что производные пальмового масла могут быть рекомендованы для применения в качестве компонентов ингибиторов коррозии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Daniyan A., Ogundare O., Attahdaniel E., Wukari E. Effect of Palm Oil as Corrosion Inhibitor on Ductile Iron and Mild Steel // Pacific Journal of Science and Technology, 2011, Vol. 12, No 2, pp. 45-51
2. Prasetyo H.A., Hastuty S., Kirana N., Nughoru A. The Effectivity of Oil Palm Inhibitor Processed by Aminolysis to Control Corrosion on Steel in Sodium Chloride Environment // Journal of Physics Conference Series, 2021, Vol. 2080, pp. 12027-12031

3. Santoso A., Agustip N., Sumari S., Marfuah S. Synthesis of methyl esters from palm oil, candlenut oil, and sunflower seed oil and their corrosion phenomena on iron nail // AIMS Material Science, 2022, Vol. 9, No 5, pp. 719-732
4. Haris N., Shafreeza H., Sobri S., Kassim N. Oil palm empty fruit bunch extract as green corrosion inhibitor for mild steel in hydrochloric acid solution: Central composite design optimization // Materials and Corrosion, 2019, No 2, pp. 653-662
5. Abhulimen E.A. An investigation on the optimal concentration of oil palm (*elaeis guineensis*) leaves extract as corrosion inhibitor of carbon steel in deaerated saline solution // Applied Bionics and Biomechanics, 2018, Vol. 2, No 2, pp. 109-113
6. Silva D.R., Costa L.G., Santos N., Capelossi V.R. Corrosion inhibition of carbon steel by palm oil fiber powder in carbonated concrete pore solution in presence of chloride ions // ICC INTERCORR WCO, 2021, Vol. 465, pp. 1-3
7. Akbarzadeh E. The Lignin of Oil Palm as Green Corrosion Inhibitor of Steel: A Comprehensive Study on Native Soda and Kraft Lignin // Corrosion Inhibition of Mild Steel and Near Neutral Solution by Kraft and Soda Lignin and Their Related Monomers, 2011, Lambert Academic Publishing, pp. 9661-9666
8. Carmona-Hernandez A., Vazquez-Velez E., Gonzales-Rodriguez, Gomez L. Use of an imidazol synthesized from palm oil as a corrosion inhibitor for a supermartensitic stainless steel in H₂S // Green Chemistry Letters and Reviews, 2019, Vol. 12, No 1, pp. 89-99
9. Shafiee R., Ashri A., Zulkafli M., Othman N. Effect of Red Palm Oil as a Natural Corrosion Inhibitor toward Carbon Steel and Mild Steel in 1 M of Hydrochloric Acid Solution // Malaysian Journal of Analytical Science, 2015, Vol. 19, No 4, pp. 679-691
10. Faraj M.W., Al-Amiery A. Palm oil as green corrosion inhibitors for different metal surfaces and corrosive media: A review // International Journal of Corrosion and Scale Inhibition, 2022, Vol. 11, No 1, pp. 465-477
11. Khalim N., Hamzah E. Comparative Study of Palm Oil and Corn Oil as Corrosion Inhibitor for Low Carbon Steel // Key Engineering Materials, 2016, Vol. 706, pp. 9-15
12. Mohibah M., Mirandatul R., Najmiddin Y., Hamid K. Development of bio-based paint by using methyl esters from palm oil for corrosion inhibitor // Malaysian Journal of Analytical Sciences, 2013, Vol. 17, No 1, pp. 30-37
13. Hussin M., Rahim A., Atiqab X. Modification of Lignin Extracted from Oil Palm Fronds (OPF) as Mild Steel Corrosion Inhibitors // Corrosion Inhibition of metals, 2019, Vol. 451, NO 5, pp. 461-467

Информация об авторах

Г.Э. Гаджиева – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории «Исследование антимикробных свойств и биоповреждений»;

Н.М. Мамедова – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории «Исследование антимикробных свойств и биоповреждений».

Information about the authors

G.E. Gadjiyeva – Candidate of Chemical Sciences, leading researcher laboratory "Study of antimicrobial properties and biodamage";

N.M. Mammadova – Candidate of Chemical Sciences leading researcher laboratory "Study of antimicrobial properties and biodamage".

УДК 547.541.2.

Фидан Сахиб гызы Гурбанова¹, Латафат Муса кызы Магэррамова², Эльмира Ислам гызы Сулейманова³

¹ *Институт Нефтехимических процессов Национальной Академии Наук
Азербайджана, Баку, Азербайджан*

^{2,3} *Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Строительства, Баку,
Азербайджан*

¹ *fidanqurbanzadeh@mail.ru*

² *latafat62@mail.ru*

³ *suleymanova1944@mail.ru*

ДЕАРОМАТИЗАЦИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ НЕФТИ

Аннотация. Представлены результаты исследований в области деароматизации дизельных фракций нефти. Показаны применение различных методов, в частности, экстракционных методов, применение растворителей, магнитного поля и др. для достижения уменьшения содержания ароматических углеводородов в составе дизеля.

Ключевые слова: дизельная фракция, деароматизация, экстракция, растворители, нефтяное сырье

Fidan S. Qurbanova¹, Latafat M. Maharramova², Elmira I. Suleyimanova³

¹ *Institute of Petrochemical Processes of the National Academy of Sciences of Azerbaijan,
Baku, Azerbaijan*

^{2,3} *Azerbaijan State University Oil and Industry, Baku, Azerbaijan*

¹ *fidanqurbanzadeh@mail.ru*

² *latafat62@mail.ru*

³ *suleymanova1944@mail.ru*

DEAROMATIZATION OF DIESEL OIL FRACTIONS

Abstract. The results of studies in the field of dearomatization of diesel oil fractions are presented. The use of various methods, in particular, extraction methods, the use of solvents, magnetic field, etc., is shown to achieve a reduction in the content of aromatic hydrocarbons in the composition of a diesel engine.

Keywords: diesel fraction, dearomatization, extraction, solvents, crude oil

Процесс деароматизации дизельных фракций нефти проводят с целью уменьшения содержания ароматических углеводородов в составе дизеля, а в некоторых случаях для сведения до минимума этого содержания. Для этой цели используются различные методы и проведено большое количество работ, результаты которых описаны в этой обзорной работе. Так, в работе [1] процесс очистки полициклических ароматических углеводородов осуществлялся путем выделения дизельной фракции первичной переработки нефти с использованием воздействия магнитного поля. В качестве экстрагента использовали смесь N-метилпирролидона с серной кислотой. Содержание ароматических углеводородов в дизельной фракции уменьшилось на 39,8 % в нормальных условиях и на 50,8 % под действием магнитного поля после экстракции. Образцы исследовали методом инфракрасной (ИК) спектроскопии до и после экстракции. Наблюдались колебательные моды,

соответствующие различным атомным связям. Дезодорацию дизельного топлива определяли путем интерпретации полученных режимов.

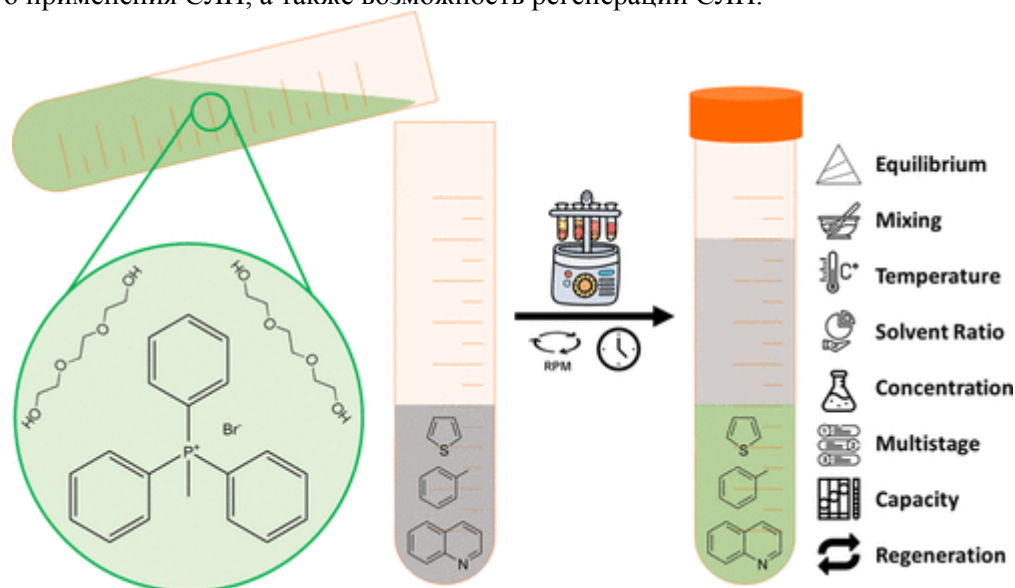
В работе [2] исследовано извлечение ароматических углеводородов из дизельной фракции татарской нефти бинарной смесью метил- и этилкарбамата. Изучено влияние различных факторов на процесс экстракции: температуры экстракции, времени контакта, соотношения растворитель: исходное сырье, добавления воды в растворитель. Оптимальные условия экстракции: температура 50°C, соотношение растворитель/сырье 5:1 по массе, время контакта 30 мин. Извлечение ароматических углеводородов бинарной смесью алкилкарбаматов изучено при встречноточной схеме в 5 и 2 ступени, а также при противоточной экстракции; было показано преимущество последнего. Исследование экстракционных свойств бинарной смеси метил- и этилкарбаматов показало целесообразность ее использования для получения основы 1/6 при производстве нефти ВМГЗ из татарской дизельной фракции.

Для соблюдения строгих экологических норм, касающихся качества топлива, производство топлива со сверхнизким содержанием серы является обязательным. Следовательно, удаление ароматических соединений из топлива стало серьезной проблемой. Это связано с тем, что присутствие ароматических соединений в топливе сдерживает производство топлива со сверхнизким содержанием серы. Поэтому интерес исследователей привлекла деароматизация топлив. В результате деароматизации качество топлива значительно улучшается. В работе [3] проводилась экстракция растворителем для деароматизации образца исходного сырья с 20,1% ароматических соединений и 166 частей на миллион серы с использованием ацетонитрила. Экстракцию проводили при низкой температуре и атмосферном давлении окружающей среды. Содержание ароматических соединений определяли с помощью ВЭЖХ, тогда как для определения других параметров применяли методы ASTM. Результаты показали минимальный выход 72%, содержание ароматических соединений 8,6%, цетановый индекс 58–64, содержание серы 73,2 ppm, вязкость 5,4, RI 1,4535, анилиновую точку 82,15, удельный вес 0,824–0,812, API 40,32–42,88 и температуру вспышки 70–78°C. Диапазон выкипания получаемого рафината дизельной фракции (172–373°C), соответствующий фракциям C₈–C₂₄, делает его потенциальным кандидатом для других нефтехимических применений.

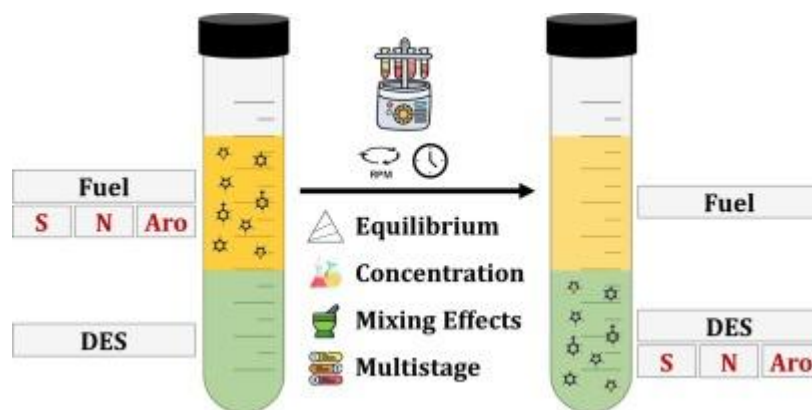
Целью работы [4] было улучшить качество дизельного топлива за счет удаления ароматических соединений с помощью *Pseudomonas sp.* В настоящем исследовании *Pseudomonas sp.* удалось удалить 94% флуорена, 59% фенантрена, 49% антрацена, 52% флуорантена, 45% пирена и 75% карбазола, присутствующих в дизельном топливе. Кроме того, он также не влияет на алифатическое содержание топлива, тем самым сохраняя углеродную основу топлива. Таким образом, *Pseudomonas sp.* является потенциальным биокатализатором, который можно использовать в нефтеперерабатывающей промышленности.

Показано [5], что в промышленности глубокая деароматизация нефтяных топлив осуществляется путем каталитической гидродеароматизации (ГДА). Однако этот процесс имеет ряд недостатков. Наиболее выраженными недостатками являются интенсивные энергозатраты и низкая эффективность по отношению к некоторым ароматическим соединениям. С целью снижения энергопотребления, а также повышения эффективности удаления этого процесса в этой работе была предложена селективная жидкостная экстракция. Для данного исследования был выбран растворитель глубокой эвтектики (ДЭС) на основе фосфония, состоящий из бромид метилтрифенилфосфония (МТФФБр) и триэтиленгликоля (ТЭГ) в молярном соотношении, равном 1:4 (МТФФБр/ТЭГ). DES характеризовался содержанием воды, плотностью, вязкостью и температурой разложения. Тoluол, тиофен и хинолин и *n*-гептан были выбраны в качестве ароматических веществ в масле. Затем была измерена растворимость толуола, тиофена, хинолина и *n*-гептана в чистом ТЭГ и МТФФБр/ТЭГ при 298,2 К и 1,01 бар. Для оценки селективности и

коэффициентов распределения растворенных веществ DES для каждого соединения были использованы данные жидкостно-жидкостного равновесия (LLE) для систем {толуол + *n*-гептан + МТРРВr/ТЭГ}, {тиофен + *n*-гептан + МТРРВr/ТЭГ} и {хинолин + *n*-гептан + МТРРВr/ТЭГ} были зарегистрированы при 298,2 К и 1,01 бар. После этого параметрическое исследование произвольной модели масла {20% толуола + 2% тиофена + 2% хинолина + 76% *n*-гептан} проводили путем первого испытания эффективности одностадийной жидкостной экстракции для каждой примеси «толуол, тиофен и хинолин» при 298,2 К и 1,01 бар. Затем исследовали влияние различных рабочих параметров, включая температуру экстракции, соотношение растворитель-сырье (S/F) и начальную концентрацию примеси. Кроме того, оценивалось количество стадий экстракции. Наконец, изучался эффект многократного применения СЛП, а также возможность регенерации СЛП.



На основании литературы доказано, что растворители глубокой эвтектики (DES) являются многообещающими кандидатами для выделения ароматических или гетероароматических соединений («серо-/азотсодержащих ароматических соединений») из топлива. Однако в большинстве исследований изучалось отделение одной топливной примеси (ароматических или гетероароматических соединений) от *n*-алканов. Таким образом, чтобы реалистично представить процесс, имитирующий обработку обоих типов ароматических соединений, в работе [6] исследовалось применение DES при одновременной деароматизации, десульфурации и деазотировании топлива, в частности «дизеля», с использованием произвольной модели топлива, состоящей из {5 мас. толуол + 5% по массе пиридина + 5% по массе пиррола + 80% по массе *n*-декан}. Выбранный DES состоял из бромид тетрапропиламмония и уксусной кислоты в соотношении 1:4 М. Эффективность DES оценивалась на основе одноступенчатой жидкостно-жидкостной экстракции, данных жидкостно-жидкостного равновесия (LLE) для каждой примеси, многоступенчатой и многоциклового экстракции дизельной модели. Кроме того, также изучалось влияние начальной концентрации и эффекты смешивания примесей. Результаты показали, что полное извлечение пиррола и пиридина ($\approx 100\%$) может быть достигнуто только на 2-х стадиях, тогда как эффективность извлечения толуола и тиофена 68 и 89% соответственно достигается после 5-й стадии. На основании полученных результатов сделан вывод, что кислые ДЭС можно рассматривать как потенциальные растворители для одновременной деароматизации, сероочистки и деазотирования дизельных топлив.



Изучен процесс деароматизации прямогонной дизельной фракции с использованием трех типов адсорбентов без воздействия магнитного поля [7]. Выявлено, что для двух типов адсорбентов степень деароматизации в процессе под действием магнитного поля выше, чем в процессе при нормальных условиях. Таким образом, когда при использовании адсорбента АЗ-4 степень деароматизации прямогонной дизельной фракции под действием магнитного поля составляет 37,8% по массе, то без воздействия магнитного поля - 28%. Это было установлено, что при использовании адсорбента БАУ-А степень деароматизации прямогонной дизельной фракции составляет 48,1%, а без влияния магнитного поля - 34,1%. Было определено, что в отличие от предыдущих адсорбентов, использование адсорбента Зеокар-600 под воздействием магнитного поля нецелесообразно, поскольку степень деароматизации снижается с 59,1% масс. до 7,3% масс.

В попытке разработать альтернативный процесс, который соответствует установленным уровням и критериям «зеленой» технологии в переработке газойля, смешанные растворители N,N-метилпирролидон (NMP), диметилформамид (DMF) были испытаны в микроволновом излучении (MW) на газ. - десульфурация нефти (EDS), денитрификация (EDN) и деароматизация (EDA) [8]. В оптимальных условиях эффективность ЭДС газойля по MW может достигать 99,1 % за 5 мин при мощности 500 Вт в три этапа, что значительно выше, чем у ЭДС без MW (88,5 % за 15 мин) или ионных жидкостей. NMP/DMF/EG можно повторно использовать в нескольких циклах перед регенерацией методом адсорбции. Это исследование предоставит полезную информацию для будущего промышленного применения.

Помимо снижения содержания серы в дизельном топливе, снижение содержания ароматических соединений также имеет значение, поскольку оно способствует повышению цетанового числа и уменьшению выбросов отработавших газов, в основном углеводородов (УВ) и твердых частиц (ТЧ). Целью настоящего исследования [9] было определение и количественная оценка ключевых параметров процесса для гидродеароматизации предгидрированных газойлевых фракций на цеолитных катализаторах Pt-Pd/USY. Эффект ключевых параметров процесса (температура, давление, объемная скорость, отношение H_2 к углеводородам) на выход и качество продукции был исследован в работе. Кроме того, исследовано влияние снижения содержания ароматических соединений на основные свойства газойлей (плотность, показатель преломления, цетановое число и др.).

Чтобы преследовать экологические нормы в отношении качества топлива мировое сообщество призывает к нулевой сере в топливе. Поэтому вопрос удаления ароматики из топлива стало более серьезным, потому что существование ароматических соединений в топливе препятствует производству сверхнизко-сернистого топлива. Это вызывает огромный интерес у научного сообщества во всем мире к исследованиям, связанным с деароматизацией топлива. В настоящем перспективном обзоре [10] обсуждается необходимость деароматизации, концепции, преимущества и недостатки различных процессов, используемых для деароматизации, а также достижения в области деароматизации углеводородного топлива, а точнее дизельных фракций экстракцией растворителем. Более

сложная задача требуется для деароматизации дизельных фракций путем экстракции растворителем - это правильный выбор растворителя, а также оптимальные условия экстракции. Этот обзор раскрывает ключевые растворители и условия экстракции, влияющие на удаление ароматических компонентов из нефтяных фракций. Кроме того, он показывает зависимость растворителя от критериев выбора по свойствам и интервалу кипения исходного сырья.

Перегонка прямогонной фракции дизельного топлива (диапазон выкипания 212-343 °С), содержащей 29,5 мас. % ароматических и 1,56 мас.% серы проводили экстракцией растворителем с использованием диметилсульфоксида (ДМСО), фурфурола, N-метилпирролидона (NMP) + 10 мас.% этиленгликоля (EG) и диметилформамида (DMF) + 10 вес. % ЭГ для производства чистого дизельного топлива с низким содержанием ароматических соединений и серы [11]. Процесс проводили при 60°С для фурфурола и при 50°С для остальных исследованных растворителей. Количество теоретических стадий, необходимых для получения R, выход ароматических углеводородов и содержания серы в продуктах рафинатов и экстрактов с использованием исследуемых растворителей при различных растворителях были определены в этой работе.

В обзоре [12] обсуждаются проблемы снижения содержания серы в автомобильном и внедорожном топливе, а также представлен обзор новых подходов и новые технологии для сверхглубокой десульфурации потоков нефтеперерабатывающих заводов для сверхчистых (сверхнизким содержанием серы) бензинов, дизельного топлива и топлива для реактивных двигателей. Вопросы глубокой десульфурации бензина и дизельного топлива становятся все более серьезными, поскольку сырая нефть, перерабатываемая в США, становится более высокосодержащей серы и тяжелее по плотности, в то время как регулируемая сера лимиты становятся все ниже и ниже. В современной проблеме обессеривания бензина доминируют вопросы удаления серы из нефти FCC, которая составляет около 35% бензиновой фракции, но более 90% серы в бензине. Глубокое сокращение содержания серы в бензине (от 330 до 30 ppm) должно производиться без снижения октанового числа и выхода бензина. Проблема осложняется высоким содержанием олефинов нефти ФКК, что способствует повышению октанового числа, но может быть насыщенным в условиях ГДС. Глубокое снижение содержания серы в дизельном топливе (от 500 до <15 частей на миллион) во многом обусловлено 4,6-диметилдибензотиофеном, который представляет собой наименее реакционноспособные соединения серы, имеющие замещения как в 4-, так и в 6-позициях. Глубокая проблема ГДС дизельных потоков усугубляется ингибирующим действием сосуществующих полиароматических и соединений азота в сырье, а также H₂S в продукте. Подходы к глубокой десульфурации включают катализаторы и разработки процессов гидрообессеривания (ГДС), а также адсорбенты или реагенты и методы для обработки, отличной от ГДС схемы. Также обсуждаются потребности в деароматизации дизельного и реактивного топлива.

Представлены результаты исследований, проведенных на исходных дизельных дистиллятах, а также рафинатах и экстрактах, полученных их экстрактивной очисткой в присутствии ионной жидкости на основе N-метилпирролидона и уксусной кислоты в качестве селективного растворителя [13]. Методом ИК-спектрального анализа определен углеводородный состав рафината и экстракта, полученных при селективной очистке дизельного дистиллята и его близких фракций. Представлены преимущества и перспективы используемой ионной жидкости по сравнению с N-метилпирролидоном в процессах селективной очистки дизельного дистиллята.

Исследована деароматизирующая способность ионообменных смол КУ-2-8 и адсорбента Аз-4, разработанных на основе цеолитсодержащих пород в Азербайджане, на примере исходных дизельных фракций под действием магнитного поля. Выявлено, что исследуемый адсорбент Аз-4 проявляет идентичную активность с промышленным

адсорбентом КУ-2-8. Воздействие магнитных полей на адсорбент Аз-4 и адсорбент КУ-2-8 приводит к снижению содержания ароматических углеводородов почти в два раза [14].

Ароматические углеводороды неизменно присутствуют в различных нефтяных фракциях, получаемых в качестве потоков нефтепереработки, например, в нефти, бензине, керосине, дизельном топливе и газойле. Из этих нефтяных фракций удаляют ароматические соединения либо для производства ароматических соединений, таких как бензол, толуол, ксилолы, нафталины и алкилбензолы и алкилнафталины, либо для очистки этих потоков с целью улучшения их качества для конкретного конечного использования. Отделение ароматических углеводородов от этого сырья простой перегонкой невозможно, так как неароматические углеводороды имеют очень близкие температуры кипения. Кроме того, они образуют азеотропы между ними. Ароматические соединения всегда отделяются в промышленности с помощью процессов экстракции растворителем. Различные испытанные растворители и растворители, используемые в промышленности для отделения легких ароматических соединений от нефти, были собраны и обсуждены в более ранних публикациях^{1,2}, в которых приведены основные соображения по выбору растворителей для экстракции ароматических соединений, таких как бензол, толуол и ксилолы (ВТХ), общее количество растворителей, использованных до сих пор для экстракции ВТХ, а также их физико-химические характеристики и ряд модельных систем углеводород-растворитель, для которых в литературе имеются данные о равновесии жидкость-жидкость. В данной статье [15] предпринята попытка представить обновленный список растворителей, опробованных и/или используемых в промышленности в основном для очистки керосин-газойлевых фракций путем удаления ароматических углеводородов для конкретного конечного применения. Приведены и обсуждены физико-химические характеристики испробованных растворителей и изучаемые разными исследователями параметры экстракции для удаления ароматических соединений из керосин-газойлевых фракций. Керосиновые и газойлевые фракции обычно экстрагируют селективными растворителями для заметного снижения концентрации ароматических, кислотных, сернистых, металлоорганических и азотистых соединений и нестабильных материалов. Полученные рафинаты соответствуют требованиям к продукту, которые становятся все более и более строгими. Концентрация ароматических соединений в керосине снижается для производства топлива для реактивных двигателей и/или осветительных приборов.

Гидрообессеривание (ГДС) и гидродеароматизацию (ГДА) реального прямогонного газойля (ПГО) исследовали на сульфидном катализаторе CoMo-S в интегральном реакторе высокого давления с неподвижным слоем. Влияние основных параметров процесса на качество продукта изучалось путем изменения температуры (200-370°C), давления (20-50 бар) и объемной скорости (1-4,7 ч⁻¹). Экспериментальные результаты показали, что активность ГДС, % повышалась до 81% при повышении температуры до 370°C, но снижалась до 60% при увеличении объемной скорости до 4,7 ч⁻¹. Установлено также, что скорость ГДА, % активности увеличивается до 40,6% при повышении давления до 50 бар. Цетановый индекс увеличился на 1-3 пункта, плотность увеличилась на 1-1,7 [16].

В еще одной работе [17] исследуется процесс гидроочистки дизельного топлива с целью снижения содержания серы и содержания ароматических веществ. Вся работа была выполнена на пилотной установке гидродесульфурации (ГДС), расположенной в Научно-исследовательском институте химических процессов (SPERI). Для испытаний коммерческий HDS использовался катализатор (CoMo), а сырье обеспечивалось установкой глубокой десульфурации греческого нефтеперерабатывающего завода (Motor Oil Refinery). Для определения ароматических углеводородов в дизельном топливе применяли метод, основанный на стандарте ASTM D2549-85. Целью работы было исследование способности типичного катализатора ГДС к насыщению ароматических соединений. Влияние основных рабочих параметров гидроочистки (Т, Р, WHSV, H₂/Oil- соотношение) изучалось по удалению серы и ароматических соединений. В целом данные показали, что плотность

продукта и содержание ароматических соединений и серы в дизельном топливе уменьшались по мере увеличения температуры или давления или уменьшения объемной скорости. Был сделан вывод, что с данным катализатором может быть достигнута степень насыщения ароматическими соединениями до 40%, что дает дизельный продукт с содержанием ароматических соединений около 20-25% вес. Однако требовались высокие температуры (>370°C) для достижения содержания серы 500 частей на миллион по массе на сырье.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Abdulov B.G., Hasanov A.A. Study dearomatization of diesel fuel under the influence of magnetic field by IR spectroscopy // International Journal of Modern Physics B. 2021. Vol. 35. N 8. Pp. 2150-2154
2. Vishnyakova T.P., Vlasenko L.Ya., Golubeva L.A., Ivanyukov D.V., Garnova T.G. Dearomatization of diesel fractions with alkyl carbamates to produce base 1/6 for VMGZ oil // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. 1973. Vol. 9. Pp. 107-111
3. Awad M., Hassan E., Taha K. Dearomatization of Diesel by Solvent Extraction: Influence of the Solvent Ratio and Temperature on Diesel Raffinate Properties // Petroleum Chemistry. 2018. Vol. 58. N 5. Pp. 444-45
4. Khan S., Gupta S., Nidhi G. Dearomatization of diesel oil using *Pseudomonas sp* // Biotechnol. Lett. 2018. Vol. 40. N 9-10. Pp. 1329-1333
5. Warrag S.E., Darwish A.S., Abuhatab F.O., Aseyemi I.A. Combined Extractive Dearomatization, Desulfurization, and Denitrogenation of Oil Fuels Using Deep Eutectic Solvents: A Parametric Study // Ind. Eng. Chem. Res. 2020. Vol. 59. N 25. Pp. 11723-11733
6. Lemaoui T., Benquerba Y., Darwish A.S., Samah F.A. Simultaneous dearomatization, desulfurization, and denitrogenation of diesel fuels using acidic deep eutectic solvents as extractive agents: A parametric study // Separation and Purification Technology. 2021. Vol. 256. N 2. Pp. 117981-117986
7. Safarli I.A. Comparative activity of adsorbents AZ-4, BAU-A and Zeokar-600 at the process of dearomatization of diesel fuel under magnetic field influence // PPOR. 2019. Vol. 20. N 3. Pp. 321-327
8. Mesdour S., Boufades D., Moussiden A., Hamada B. Extractive dearomatization, denitrification and desulfurization of gas oil fractions by a mixed extractant of N,N-methylpyrrolidone, N,N-dimethylformamide and ethylene glycol via microwave radiations // Petroleum Science and Technology. 2019. Vol. 37. N 15. Pp. 1735-1742
9. Gabor N., Hanskok J., Varga Z., Polczmann G. Hydrodearomatization of gas oil fractions on Pt-Pd/USY catalyst // Petroleum and Coal. 2007. Vol. 49. N 1. Pp. 24-32
10. Sharma M., Pankai S., Kim J-N. Solvent extraction of aromatic components from petroleum derived fuels: a perspective review // RSC Advances. 2013. N 3. Pp. 10103-10126
11. Hassan S., Sif El-Din O.I., Tawfik S.M. Solvent Refining of Straight Run Diesel Fuel by Various Solvents Phase Equilibrium // Journal of Applied Science Research. 2009. Vol. 5. N 5. Pp. 515-521
12. Song C. An overview of new approaches to deep desulfurization for ultra-clean gasoline, diesel fuel and jet fuel // Catalysis Today. 2003. Vol. 86. Pp. 211-263
13. Ibrahimova M.J., Seyidova S.A., Aliyeva S.G., Huseynov H.D., Naghiyev V.A. Extraction enablement of diesel distillate and its close-cut fractions // Azerb. Chem. Journal. 2018. N 3. Pp. 68-73
14. Mammadova T.A., Safarli I.A., Abbasov M.M., Abbasov V.M. Using of natural zeolites and magnetic field in process of dearomatization of straight-run diesel fuel // International Research Journal of Engineering and Technology. 2017. Vol. 4. N 2. Pp. 31-38
15. Khanna M. Dearomatization of Kerosene-Gas Oil Fractions by Solvent Extraction // Chemistry. 2010. N 2. Pp. 134-139

16. Herskowitz M. Hydrodearomatization of petroleum fuel fractions on silica supported Ni–W sulphide with increased stacking number of the WS₂ phase // Fuel. 2003. N 7. Pp. 172-179

Информация об авторах

Ф.С. Гурбанова – научный сотрудник лаборатории «Циклооелфины»;

Л.М. Магеррамова – кандидат химических наук, доцент кафедры «Технология неорганических веществ»;

Э.И. Сулейманова – кандидат химических наук, доцент кафедры «Технология неорганических веществ».

Information about the authors

F.S. Qurbanova – researcher, laboratories "Cycloelfins";

L.M. Magerramova – Ph.D., Associate Professor of the Department "Technology of inorganic substances";

E.I. Suleymanova – Ph.D., Associate Professor of the Department "Technology of inorganic substances".

УДК 547.541.2.

Иса Ага оглу Джафаров

Азербайджанский Государственный Педагогический Университет, Баку,

Азербайджан

jizel28@rambler.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВАНИЙ МАННИХА В КАЧЕСТВЕ АНТИОКСИДАНТОВ

Аннотация. В представленной работе осуществлен анализ результатов научных исследований в области применения оснований Манниха в качестве антиоксидантов. Показаны основные направления использования органических аминометокси производных и отмечены перспективы применения этих соединений в качестве антиоксидантов для различных окислительных процессов, а также в качестве добавок к топливам и маслам

Ключевые слова: основания Манниха, топлива, масла, антиоксиданты, присадки, антимикробные препараты

Isa Aga Jafarov

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan

jizel28@rambler.ru

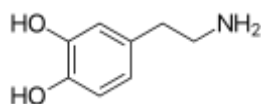
APPLICATION OF MANNICH BASES AS ANTIOXIDANTS

Abstract. In the presented work, an analysis of the results of scientific research in the field of the use of Mannich bases as antioxidants was carried out. The main directions of the use of organic aminomethoxy derivatives are shown and the prospects for the use of these compounds as antioxidants for various oxidative processes, as well as additives to fuels and oils are noted.

Keywords: Mannich bases, fuels, oils, antioxidants, additives, antimicrobials

Основания Манниха являются целевыми продуктами реакции аминотетирования, являющейся одной из важнейших реакций для построения азотсодержащих соединений. Большинство этих соединений очень реакционноспособны и признаны обладающими мощной разнофункциональной биологической активностью, такой как противовоспалительное, противораковое, противофилярийное, антибактериальное, противогрибковое, противосудорожное, глистогонное, противотуберкулезное, анальгезирующее, анти-ВИЧ, противомаларийное, антипсихотическое, противовирусное действие и т. д. [1].

Однако, следует отметить и тот факт, что основания Манниха обладают высокой антиоксидантной активностью. В этой работе представлены результаты исследований в области изучения антиоксидантных свойств оснований Манниха, осуществленные в последние десятилетия. Так, в работе [2] осуществлен синтез связанных с дофамином

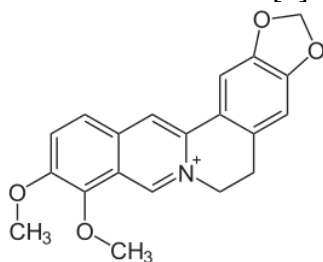


(дофамин)оснований Манниха ванилина, полученных с помощью одностадийной реакции, включающей подход «зеленой химии» и исследование антиоксидантной и антигистаминовой активности. Авторы показывают, что новый однореакторный синтез производных ванилина, связанных с основанием Манниха и дофамином, может быть осуществлен с помощью зеленой химии без использования катализатора. Полученные соединения охарактеризованы с помощью спектров FTIR и ЯМР

(^1H и ^{13}C), масс-спектров и элементного анализа. Всего было синтезировано 12 соединений и оценена их антиоксидантная и антитирозиная активность. Антиоксидантная активность 2,2-дифенил-1-пикрилгидразида (DPPH), оксида азота (NO), перекиси водорода (H_2O_2) и 2,2'-азино-бис(3-этилбензотиазолин-6-сульфоновой кислоты) (ABTS) и анализы диамония, удаление радикалов $\text{ABTS}^{\bullet+}$ и перекисное окисление линолевой кислоты использовали для скрининга всех синтезированных соединений на антитирозиновую активность и цитотоксичность в отношении клеточных линий *MCF-7* и *Vero*. Установлено, что некоторые из синтезированных оснований Манниха ингибировали (IC_{50} : 11,02 мкг/мл) активность удаления DPPH в большей степени, чем стандартный ВНТ (IC_{50} : 25,17 мкг/мл), и показали высокую активность в анализах удаления H_2O_2 и NO. Соединение было более эффективным (96,21%) в отношении ABTS, а другое соединение было более эффективным (95,28%) в отношении антиоксиданта 2,2'-азобис(2-амидинопропан)дигидрохлорида, чем стандартный тролокс. Все синтезированные соединения были проверены на ингибирующую активность против тирозиназы. Показано, что целевое соединение обладало более высокой активностью в отношении тирозиназы (IC_{50} =10,63 мкг/мл), чем коджиновая кислота (IC_{50} =21,52 мкг/мл), и было более цитотоксичным (GI_{50} 0,01 мкМ) в отношении клеточной линии *MCF-7*, чем стандарт доксорубина и другие испытанные соединения.

Сообщается [3], что с ростом требований, предъявляемых к смазочным материалам для автомобильных двигателей и трансмиссий, возникла необходимость в улучшении функций смазочных материалов. Современные смазочные материалы изготавливаются из ряда базовых жидкостей и химических добавок для улучшения их функционирования или придания им некоторых новых эксплуатационных свойств. В этом исследовании некоторые основания Манниха были получены с использованием *n*-крезола, формальдегида и различных полиэтиленполиаминов. Фосфосульфурованные основания Манниха были также получены с использованием P_2S_5 . Строение полученных соединений подтверждено методами ИК-, ЯМР-спектроскопии и определением молекулярной массы. Эффективность приготовленных оснований Манниха, а также их фосфосульфурованных производных исследовали в качестве антиоксидантов и детергентов/диспергаторов. Установлено, что эффективность действия присадок возрастает с увеличением количества групп -NH в используемых аминах.

9-деметилированное производное изохинолинового алкалоида берберина было дериватизировано по его изохинолиновому фрагменту с использованием енаминов, полученных из формальдегида и морфолина, пиперидина, карбазола и шести пиперазинов с различными замещениями, с образованием основных продуктов Манниха, биологические эффекты которых оценивались *in vitro*. Стандартные тесты определили их потенциал удаления радикалов и антиоксидантную способность, снижающую содержание железа (FRAP). Эффективность ингибирования роста рака оценивали с использованием клеточных линий рака шейки матки *HeLa* и *CaSki*, а их цитотоксичность по отношению к нормальным клеточным линиям оценивали с использованием клеточных линий почек собак *Madin-Darby* (MDCK). Производные пиперазина, содержащие гетероциклический заместитель азота, такой как пиридинное или пиримидинное кольцо, оказались наиболее активными антиоксидантными и противоопухолевыми агентами [4].

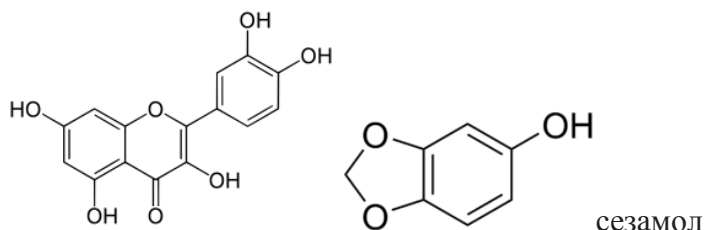


берберин

Целевые производные оснований Манниха были синтезированы реакцией 1,3,4-оксадиазол-2-тиона с формальдегидом и соответствующими ароматическими аминами в работе [5]. Эти соединения были подвергнуты ^1H -ЯМР, ^{13}C -ЯМР и масс-спектрометрическому анализу. 1,3,4-оксадиазол-2-тион и его соответствующие основания Манниха, подвергали скринингу *in silico* в качестве ингибиторов уреазы с использованием кристаллической структуры уреазы в качестве модельного фермента. Кроме того, целевые соединения оценивали на ингибирование уреазы *in vitro* и антиоксидантную активность с использованием тиомочевины и пропилгаллата в качестве стандартов соответственно. Оценка докинга целевых соединений позволяет предположить, что они являются многообещающими ингибиторами уреазы. Впоследствии исследования уреазы фасоли *in vitro* подтвердили результаты виртуального скрининга и обнаружили, что синтезированные соединения очень сильнодействующие ингибиторы уреазы со значениями полумаксимальной ингибирующей концентрации (IC_{50}) в диапазон от $5,93 \pm 0,13$ до $9,76 \pm 0,11$ относительно тиомочевины ($\text{IC}_{50} = 21,25 \pm 0,15$). Кроме того, эти соединения также проявляли более высокую антиоксидантную активность, чем пропилгаллат. Авторы показали, что ввиду их сильного ингибирования уреазы и антиоксидантной активности, эти основания Манниха имеют потенциал в качестве новых кандидатов для разработки противовоспалительных препаратов.

Человечество всегда страдало от множества болезней. Поэтому в области медицинской химии возникла острая потребность в разработке и открытии новых и сильнодействующих молекулярных соединений. В работе [6] тринадцать производных тетрагидрохинолина были синтезированы и биологически оценены на предмет их антиоксидантной, ингибирующей фермент α -амилазы, антипролиферативной и противовоспалительной активности. При этом одно соединение показало самую низкую IC_{50} $29,19 \pm 0,25$ мкг/мл за счет удаления свободных радикалов DPPH. Тогда как другие соединения показали значительную антиоксидантную активность в анализах общей антиоксидантной способности (ТАС) и общей восстановительной способности (TRP).

Показано [7], что фотоокисление А2Е может быть связано с заболеваниями макулы, и антиоксиданты могут служить терапевтическими агентами при этих заболеваниях. Ингибиторы фотоокисления А2Е получали по реакции Манниха из антиоксидантов кверцетина и сезамола. Эти соединения содержат водорастворимые аминогруппы, и некоторые из них являются более сильными ингибиторами фотоокисления А2Е, чем кверцетин.

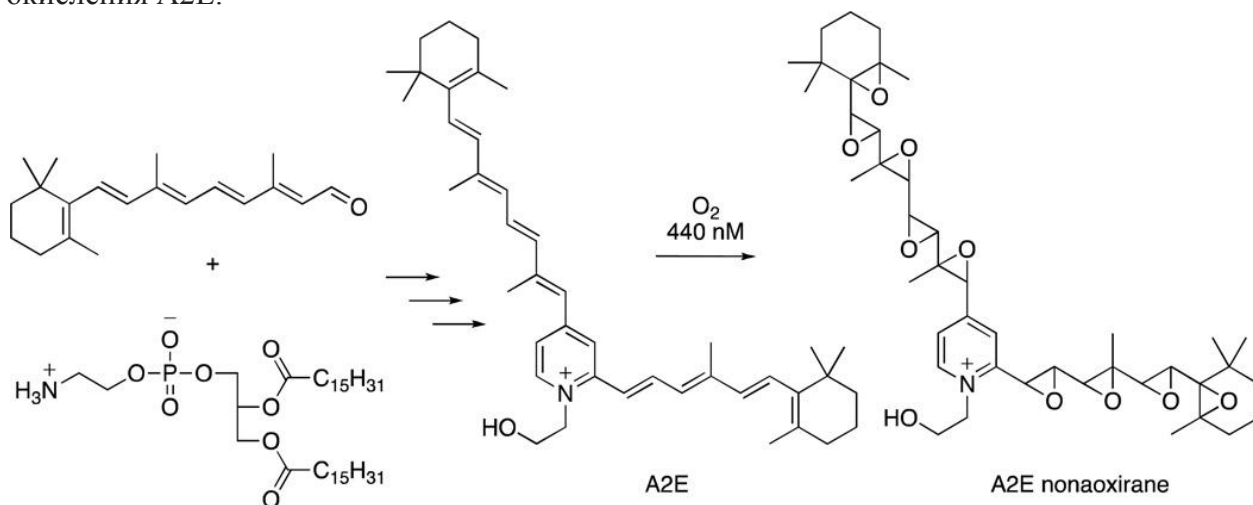


кверцетин

сезамол

Считается, что А2Е, пигмент липофусцина пигментных клеток сетчатки, играет роль в заболеваниях сетчатки, таких как дегенерация желтого пятна, и в качестве терапевтических подходов были предложены методы предотвращения его образования или смягчения его разрушительных эффектов. А2Е представляет собой бис-ретиноид пиридиния образуется внутриклеточно из ретиналя и фосфатидилэтаноламина. Исследования показали, что А2Е фотосенсибилизирует образование синглетного кислорода при облучении в видимой области, что приводит к образованию продуктов автоокисления, в том числе нонаоксирана, возникающего в результате эпоксирирования олефинов А2Е. Предполагается, что эти продукты окисления приводят к повреждению и гибели клеток. Антиоксиданты, такие как антоцианы, выделенные из черники, витамин Е и ресвератрол, могут ингибировать автоокисление А2Е. В попытке подготовить более стабильные и эффективные

антиоксиданты, чем антоцианы, в недавнем исследовании были использовали кверцетин, связанный с антиоксидантами, такими как куркумин и кофейная кислота, для ингибирования окисления А2Е.



В патенте [8] отмечается, что антиоксидантная композиция, эффективная для стабилизации бензина и компонентов бензина, содержит приблизительно от 50 до 95 мас.% по меньшей мере одного основания Манниха и приблизительно от 5 до 50 мас.% по меньшей мере одного амина. Основание Манниха получают из *n*-замещенных фенолов или жидкости из скорлупы орехов кешью. Настоящее изобретение относится к разработке новой антиоксидантной композиции для использования в автомобильном бензиновом топливе.

В работе [9] 4-(3-алкил/арил-4,5-дигидро-1H-1,2,4-триазол-5-он-4-илазометин)-2-метоксифенилбензоаты обрабатывали 2,6-диметилморфолином в присутствии формальдегида по реакции Манниха для синтеза шести новых 4-[1-(2,6-диметилморфолин-4-ил-метил)-3-алкил(арил)-4,5-дигидро-триазол-5-он-4-ил-азометин]-2-метоксифенилбензоатов. Структуры синтезированных шести новых гетероциклических соединений охарактеризованы методами ИК, ¹³С-ЯМР и ¹Н-ЯМР спектроскопии. Новые 4-[1-(2,6-диметилморфолин-4-илметил)-3-алкил(арил)-4,5-дигидротриазол-5-он-4-илазометин]-2-метоксифенил бензоаты были исследованы на антиоксидантные свойства *in vitro* с использованием снижения мощности, удаления свободных радикалов и активности хелатирования металлов. Для измерения восстановительной способности исследовали превращение Fe³⁺-Fe²⁺ в присутствии соединения по методу Ouyazu. Способность синтезированного соединения отдавать атомы водорода или электроны измеряли с помощью DPPH· по методу Блуа. Хелатирующий эффект ионов двухвалентного железа соединением определяли по методу Dinis, Madeira & Almeida ВНТ, ВНА, EDTA и α-токоферол использовали в качестве эталонных антиоксидантных соединений. Новые соединения были исследованы *in vitro* на антимикробные свойства в отношении 6 различных микроорганизмов (*Bacillus subtilis* (ATCC11774), *Bacillus Cereus* (ATCC11778), *Staphylococcus aureus* (ATCC6538), *Escherichia coli* (ATCC25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC27853) и *Klebsiella pneumonia* (ATCC4352)) методом лунок с агаром.

В работе [10] описан синтез ди-[2-(3-алкил/арил-4,5-дигидро-1H-1,2,4-триазол-5-он-4-ил)-азометинфенил]изофталатов из реакций 3-алкил/арил-4-амино-4,5-дигидро-1H-1,2,4-триазол-5-онов с ди-(2-формилфенил)изофталатом. Затем полученное соединение обрабатывали морфолином в присутствии формальдегида с получением ди-{2-[1-(морфолин-4-илметил)-3-алкил(арил)-4,5-дигидро-1H-1,2,4-триазол-5-он-4-ил]-азометинфенил}изофталатов. Синтезированные соединения были охарактеризованы с помощью ИК, ¹Н-ЯМР и ¹³С ЯМР спектральных данных. Кроме того, синтезированные соединения были проверены на их противомикробную активность. Также антиоксидантные свойства вновь синтезированных соединений были проанализированы на предмет их потенциальной антиоксидантной активности *in vitro* тремя различными методами (восстанавливающая способность, удаление свободных радикалов и активность хелатирования металлов). Эти

антиоксидантные активности сравнивали со стандартными антиоксидантами, такими как ВНА, ВНТ, EDTA и β -токоферол.

Сообщается [11], что производные основания Манниха бензимидазолов обладают многими фармакологическими свойствами, такими как антиоксидантные, противовоспалительные, противораковые, противовирусные, глистогонные и играют важную роль в области медицины. Поскольку эти препараты клинически полезны при лечении микробных инфекций, а также проявляют другую терапевтическую активность, это способствовало разработке более сильнодействующих, новых и клинически значимых соединений. В этом обзоре обсуждаются синтез и различные виды биологической и антиоксидантной активности новых оснований Манниха производных бензимидазола.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Bala S., Sharma N., Kajal A., Kamboj S. Mannich Bases: An Important Pharmacophore in Present Scenario // *Internat. Journal Med. Chem.*, 2014, No 12, Pp. 191072-191079
2. Mani A., Ahamed A., Ali D., Alanfi S., Akbar I. Dopamine-Mediated Vanillin Multicomponent Derivative Synthesis via Grindstone Method: Application of Antioxidant, Anti-Tyrosinase, and Cytotoxic Activities // *Drug Design, Development and Therapy*, 2021, Vol. 15, Pp. 807-822
3. Ghosh P., Hoque M. Mannich bases and Phosphosulphurized Mannich bases: Synthesis, characterization and performance evaluation as potential lube oil additives // *Journal of Scientific and Industrial Research*, 2015, Vol. 74, N 3, Pp. 150-154
4. Mistry B., Patel R., Keum Y-S., Noorzai R. Synthesis of Mannich base derivatives of berberine and evaluation of their anticancer and antioxidant effects // *Journal of Chemical Research*, 2016, Vol. 40, N 2, pp. 316-319
5. Akram M., Abdul R., Saeed A., Faiz A. Synthesis, biological evaluation and molecular docking studies of Mannich bases derived from 1, 3, 4-oxadiazole-2-thiones as potential urease inhibitors // *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 2018, Vol. 17, N 1, pp. 172-179
6. Farooq S., Mazhar A., Ghouri A., Ullah N. One-Pot Multicomponent Synthesis and Bioevaluation of Tetrahydroquinoline Derivatives as Potential Antioxidants, α -Amylase Enzyme Inhibitors, Anti-Cancerous and Anti-Inflammatory Agents // *Molecules*, 2020, Vol. 25, N 11, pp. 2710-2714
7. Joshi D., Field J., Murphy J., Abdelrahim M. Synthesis of antioxidants for prevention of age-related macular degeneration // *Journal of Natural Prod.*, 2013, Vol. 76, N 3, pp. 450-454
8. Patent US 7470292B2. 2004 Antioxidant composition for motor gasoline / Gupta A., Puri S., Chand S., Sharma V., Manoharan R., Prashad R. /
9. Yilmaz Y., Harmankaya A., Manap S., Yuksek H. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Some Newly Synthesized 4-[1-(2,6-Dimethylmorpholin-4-yl-methyl)-3-alkyl(aryl)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-on-4-yl-azomethine]-2-methoxyphenyl benzoates // *Eurasia Proceedings of Science Technology Engineering and Mathematics*, 2018, N 2, pp. 72-80
10. Yuksek H., Ozdemir G., Manap S., Yilmaz Y. Synthesis and Investigations of Antimicrobial, Antioxidant Activities of Novel Di-[2-(3-alkyl/ aryl-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one-4-yl)-azomethinephenyl] Isophthalates and Mannich Base Derivatives // *Acta Pharmaceutica Scientia*, 2022, Vol. 60, N 4, pp. 126-134
11. Sethi R., Arora S., Neelam J., Sandeep J. Mannich Bases of 2-Substituted Benzimidazoles - A Review // *Journal of Pharmaceutical Technology, Research and Management*, 2015, Vol. 3, No 2, pp. 97-111

Информация об авторах

И.А. Джафаров – старший преподаватель кафедры химии Азербайджанского Государственного Педагогического Университета, Баку, Азербайджан

Information about the authors

I.A. Jafarov – Senior Lecturer, Department of Chemistry, Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan

УДК: 58.02.

Екатерина Раисовна Резванова¹, Лилия Мунировна Сафиуллина²

^{1,2} Башкирский государственный педагогический университет им. Акмуллы, Россия, Уфа

¹Kate.Reka@mail.ru,

²saflilya@mail.ru

Автор, ответственный за переписку: Екатерина Раисовна Резванова,
Kate.Reka@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНОГО ГИДРОГЕЛЯ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН БАКЛАЖАНА (*SOLANUM MELONGENA*) НА ГЛИНЯНОМ СУБСТРАТЕ

Аннотация. На современном этапе развития мира перед нами стоит множество глобальных проблем, которые в будущем могут оказать сильное негативное воздействие как на окружающую нас среду, так и на самих людей. Одним из самых главных вопросов сейчас является продовольственный кризис, который может наступить из-за нехватки как пищевых продуктов в достаточном количестве, так и из-за нарушения плодородия почв в результате антропогенного воздействия. И поэтому задачей, которая сейчас ставится перед развитием аграрной промышленности, является улучшение показателей физических свойств субстратов, на которых произрастают культуры растений, чего можно добиться добавлением полимерного гидрогеля в субстрат. В данной работе исследуется возможность использования полимерного гидрогеля на безжизненном субстрате для проращивания сельскохозяйственных культур. Эксперименты показали, что добавление полимерного гидрогеля в безжизненный субстрат глины увеличивало показатели процента всхожести семян в более, чем 2 раза (на 52%), а также увеличивало длину корневой системы в 2 раза (на 1,98 см).

Ключевые слова: глина, полимерный гидрогель, безжизненные субстраты, баклажан, всхожесть, длина корней

Ekaterina R. Rezyanova¹, Lilia M. Safiullina²

^{1,2} Bashkir State Pedagogical University named after Akmulla", Ufa, Russia

¹Kate.Reka@mail.ru

²saflilya@mail.ru

Corresponding author: Ekaterina R.Rezyanova, Kate.Reka@mail.ru

INFLUENCE OF POLYMERIC HYDROGEL ON THE GERMINATION OF EGGPLANT (*SOLANUM MELONGENA*) SEEDS ON A CLAY SUBSTRATE

Abstract. One of the most important issues at the present time is the food crisis, which may arise due to a lack of food in sufficient quantities, and due to insufficient soil fertility as a result of anthropogenic impact. Therefore, the current challenge for the potential agricultural industry is to improve the physical properties of the substrates on which crops are grown, which can be achieved by adding a polymer hydrogel to the substrate. In this work, the possibility of using a polymer hydrogel on a lifeless substrate for the germination of agricultural crops is investigated. Experiments have shown that the addition of polymer hydrogel to a lifeless clay substrate increased the percentage of seed germination by more than 2 times (by 52%), and also increased the length of the root system by 2 times (by 1.98 cm)

Key words: clay, polymer hydrogel, lifeless substrates, eggplant, germination, root length

С интенсификацией сельскохозяйственного производства появляются все новые

технологии, продукты, аппаратура и новые задачи и вопросы, которые требуют решения, связанных с повышением урожайности и плодородия почвы, а также с минимизацией пагубного воздействия на экологию сельскохозяйственных территорий. Одной из задач, которая сейчас ставится перед развитием аграрной промышленности, является улучшение показателей физических свойств субстратов, на которых произрастают культуры растений. Эта задача касается негативных процессов при обильном использовании территорий земли, которые приводят к непосредственной деградации почв: эрозия, дегумификация, переуплотнение, несбалансированность химических и физических свойств и так далее [2]. В связи с этим появляется потребность в исследованиях по возможности роста продуктивности земледелия. В агрегатопонике глину, в виде субстрата, не используют, так как она не соответствует требованиям, которые предъявляются при данном методе выращивания растений. Субстрат должен обладать следующими свойствами: легко пропускать воздух и раствор, хорошо смачиваться им; не вступать в химическое соединение с растворенными веществами; иметь слабокислую или нейтральную реакцию; не препятствовать развитию корневой системы и удерживать растение в вертикальном положении [1]. Однако одним из вариантов оптимизации физических свойств глины может являться использование полимерных гидрогелей. Полимерный гидрогель - это система из длинных полимерных цепей, которые сшиты между собой в единую сетчатую структуру, чаще всего на основе сополимера акриламида и различных сомономеров. Их часто используют в сельском хозяйстве, поскольку такие полимеры обладают особенностью быстро набухать, удерживая при этом во много раз превосходящее свой собственный вес количество воды с растворенными в ней питательными элементами, к тому же при взаимодействии с водой частицы полимерного гидрогеля набухают, разрыхляя субстрат [3]. Такое исследование поможет изучить потенциальную возможность лучшего закрепления растениями в грунт за счет влияния на плотность субстрата, не препятствуя развитию корневой системы, а также получения достаточного количества кислорода и воды с минимизацией инфильтрации и испарения для нормального роста культуры растения.

Материалы и оборудование:

1. Баклажаны «Мурзик» - сорт скороспелых видов баклажана. Предназначен для культивирования в средней полосе на территории Сибири, Урала для открытого грунта или пленочных укрытий;
2. Полимерный гидрогель - система из длинных полимерных цепей, которые сшиты между собой в единую сетчатую структуру. На основе сополимера акриламида и различных сомономеров;
3. Глиняный субстрат - состоит из мельчайших частиц размером 0,001-0,01 мм, поэтому она очень плотная и тяжелая. Глина является самым прочным гидроизолятором – водонепропускаемость является одним из ее качеств.
4. Пластиковые стаканчики в количестве 25 штук на опыт.

Ход экспериментальной части:

За день до постановки опыта семена скороспелого сорта баклажана «Мурзик» выкладывали на чашку Петри с фильтровальной бумагой и вымачивали водопроводной водой.

На следующий день ставили сам эксперимент, который состоял из 2 постановок: контроль (глина без гидрогеля) и экспериментальный опыт (глина с добавлением гидрогеля). Для эксперимента было использовано по 25 пластиковых стаканчиков с глиной, куда высаживались семена. В контроль засыпалось 30 грамм глины, в эксперимент - 29 грамм соответственно. Также добавляли 1 грамм полимерного гидрогеля марки «Долина плодородия» российского производства и хорошо перемешивали для равномерного распределения гидрогеля в субстрате. В каждый образец помещали по одному семени. В контроль добавляли по 30 мл воды, в эксперимент добавляли в 1,5 раза больше воды за счет впитывающей способности полимерного гидрогеля. Исследование проводилось в

лабораторных условиях в течение 25 суток при комнатной температуре ($23\pm 3^{\circ}\text{C}$) и освещении 12/12 ч светло-темного цикла. Добавление воды происходило по мере необходимости.

В результате измеряли длину корней, длину проростков, биомассу каждого проростка, жизнеспособность и процент всхожести семян. Число взошедших семян определяли по формуле:

$$A = c/V \times 100\%,$$

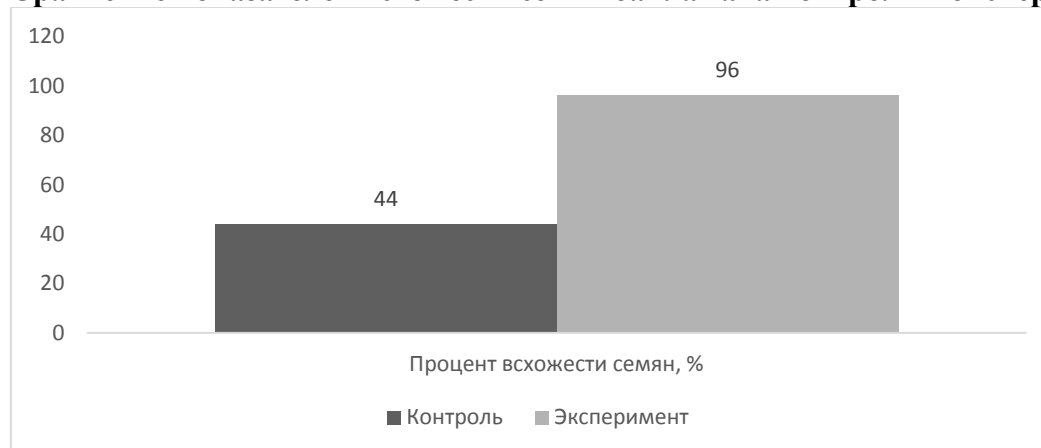
где А – число взошедших семян, В - количество семян, взятых для проращивания, с - количество проросших семян.

В результате эксперимента было выявлено, что добавление полимерного гидрогеля в глину способствовало ее разрыхлению, что делало глину менее плотной и позволяло растениям получать больше кислорода и воды, поскольку проростки могли брать влагу из гидрогеля. Это позволило баклажанам нормально расти и развиваться, закрепляясь в субстрат и развивая корневую систему.

Всхожесть семян на глине составила 44%, а на глине с полимерным гидрогелем 96%. Исходя из диаграммы 1 можно сделать вывод о том, что совместное использование безжизненного субстрата глины с полимерным гидрогелем увеличивает процент взошедших семян – на 52 %, то есть процент всхожести увеличился в 2,2 раза в сравнении с контрольной группой.

Диаграмма 1

Сравнение показателей всхожести семян баклажана контроля и эксперимента



По данным таблицы 1 можно увидеть, что длина проростков и их биомасса не сильно изменились, поскольку растения проросли в одинаковых температурных и световых условиях, которые не влияли на их развитие. Однако длина корней, в сравнении с контролем, увеличилась почти в 2 раза (на 1,98 см). Корневая система в глиняном субстрате не развита, в эксперименте отмечается улучшения корневого развития, в том числе и боковых корней. Это можно объяснить тем, что полимерный гидрогель уменьшил плотность субстрата, что способствовало его разрыхлению, а также лучшей аэрации, водонасыщению и минимизации испарения.

Таблица 1

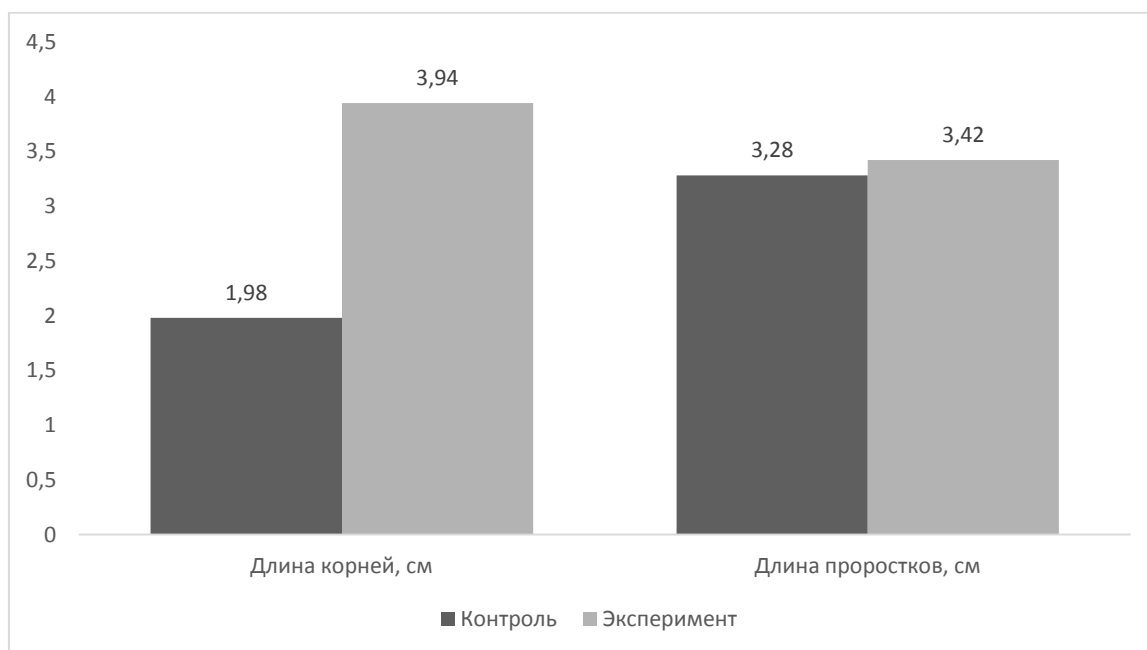
Результаты измерений

1. № опыта	2. Длина надземной части растения, см (контроль)	3. Длина надземной части растения, см (эксперимент)	4. Длина подземной части растения, см (контроль)	5. Длина подземной части растения, см (эксперимент)	6. Биомасса растения, гр (контроль)	7. Биомасса растения, гр (эксперимент)

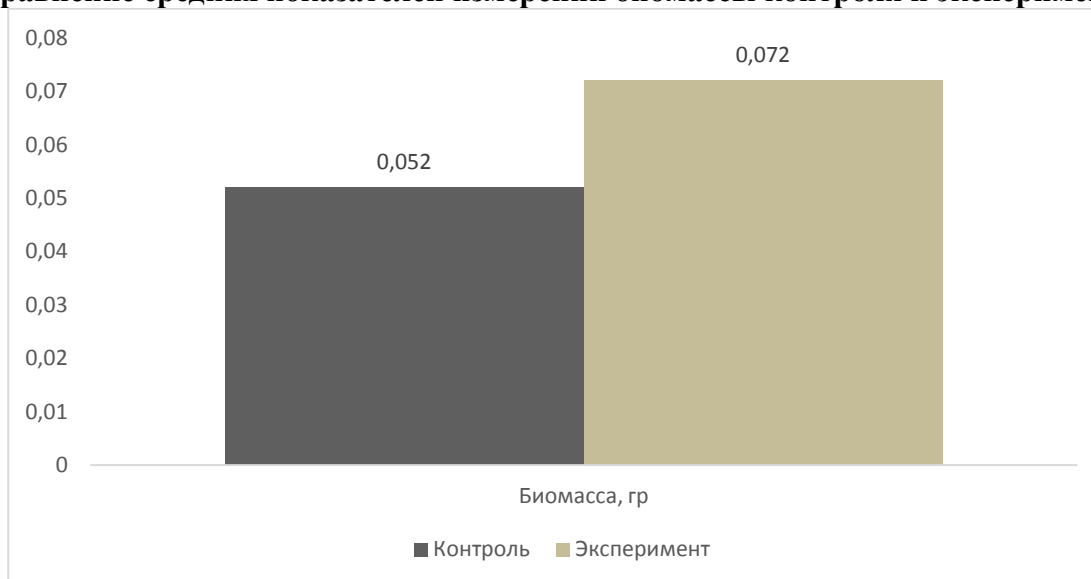
1	2,7	5,6	2,5	3,1	0,046	0,050
2	1,5	3,6	0,9	3,6	0,039	0,054
3	2,6	5,8	3,9	4,1	0,06	0,089
4	2,1	3,7	5	2,4	0,078	0,069
5	2,3	2,5	5,3	1,3	0,056	0,043
6	1,3	4,8	3,6	5,6	0,043	0,095
7	1,4	4,8	1,8	2,3	0,044	0,056
8	<0,2	4,5	<0,2	3,3	<0,005	0,062
9	<0,2	5,1	<0,2	3,9	<0,005	0,097
10	<0,2	4,3	<0,2	2,6	<0,005	0,078
11	<0,2	3,9	<0,2	4,4	<0,005	0,097
12	0	4,1	0	2,6	0	0,055
13	0	3,7	0	3,2	0	0,065
14	0	5,7	0	4,6	0	0,086
15	0	4,4	0	2,5	0	0,091
16	0	3,9	0	2,4	0	0,058
17	0	3,4	0	3,8	0	0,068
18	0	3,8	0	4,3	0	0,077
19	0	3,7	0	5,2	0	0,094
20	0	3,2	0	2,9	0	0,051
21	0	3,4	0	2,9	0	0,059
22	0	3,8	0	5	0	0,101
23	0	3,7	0	1,3	0	0,053
24	0	4,1	0	4,8	0	0,091
25	0	0	0	0	0	0

Диаграмма 2

Сравнение средних показателей измерений длины корней и проростков контроля и эксперимента



Сравнение средних показателей измерений биомассы контроля и эксперимента



Жизнеспособность баклажанов в контроле хуже, по сравнению с экспериментом. Ростки маленькие и хилые, в эксперименте же она нормальные, здоровые. На листьях были отмечены коричневые пятна и небольшая скрученность, что говорит о недостатке некоторых элементов питания, необходимых для нормального роста и развития растения.

Таким образом, исследование показало, что добавление полимерного гидрогеля в безжизненный субстрат глины увеличивало показатели процента всхожести семян в более, чем 2 раза (на 52%), а также увеличивало длину корневой системы в 2 раза (на 1,98 см). Показатели измерений длины проростков и биомассы растений не показали значительной разницы эксперимента с опытом, возможно следует провести более длительное исследование. Полученные результаты позволяют рекомендовать разработанную методику для внедрения в практическое использование с целью повышения всхожести урожая на агрегатопонике и при рекультивации бержизненных субстратов.

Заключение

1. Эксперименты показали, что добавление полимерного гидрогеля в безжизненный субстрат глины увеличивало показатели процента всхожести семян в более, чем 2 раза, а также увеличивало длину корневой системы.

3. Полученные результаты позволяют рекомендовать разработанную методику для внедрения в аграрной промышленности с целью повышения всхожести урожая на агрегатопонике.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алиев Э.А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах. - 2-е изд. - Киев: Урожай, 1985. - 160 с.
2. Арефьев А. Н., Кузина Е. Е., Кузин Е. Н. Изменение плодородия почв. - Пенза: РИО ПГСХА, 2013. - 290 с.
3. Максимова Ю. Г., Максимова А. Ю., Демакова В. А., Будников В. И. Влияние гидрогелей полиакриламида на микрофлору почвы // Вестник Пермского университета. - Пермь: ПГНИУ, 2010. - С. 49.
4. Наумов П. В., Щербакова Л. Ф., Околелова А. А. Оптимизация влагообеспеченности почв с помощью полимерных гидрогелей // Известия НВ АУК. 2011. №4.
5. Махкамова Д. Н. Қ., Содикова Ш. А., Усмонова З. Т.А. Бентонитовая глина, её физико-химическая характеристика и применение в народном хозяйстве // Universum: технические науки. 2019. №6 (63).

REFERENCES

1. Aliev E.A. Growing vegetables in hydroponic greenhouses. - 2nd ed. - Kyiv: Harvest, 1985. - 160 p.
2. Arefiev A. N., Kuzina E. E., Kuzin E. N. Changes in soil fertility. - Penza: RIO PGSKhA, 2013. - 290 p.
3. Maksimova Yu. G., Maksimova A. Yu., Demakova V. A., Budnikov V. I. Influence of polyacrylamide hydrogels on soil microflora // Bulletin of the Perm University. - Perm: PGNIU, 2010. - S. 49.
4. Naumov P. V., Shcherbakova L. F., Okolelova A. A. Optimization of soil moisture supply using polymer hydrogels. Izvestiya NV AUK. 2011. No. 4.
5. Makhkamova D. N. K., Sodikova Sh. A., Usmonova Z. T. A. Bentonite clay, its physical and chemical characteristics and application in the national economy // Universum: technical sciences. 2019. No. 6 (63).

Информация об авторах

Е.Р. Резванова – студент, лаборант;

Л.М. Сафиуллина – кандидат биологических наук, доцент.

Information about the authors

E.R. Rezvanova – student, laboratory assistant;

L.M. Safiullina – Candidate of Biological Sciences, associate professor.

УДК 547.541.3, 547.542.7

Ирада Расул гызы Сафарова¹, Минаввар Дж. кызы Ибрагимова², Эльнара Гурбан гызы Махмудова³, Джейран Г. гызы Исмаилова⁴

^{1,2,3,4}Института нефтехимических процессов им. Ю. Г. Мамедалиева Национальной Академии Наук Азербайджана, Баку, Азербайджан

*Автор, ответственный за переписку: Минаввар Дж. кызы Ибрагимова,
i.minavvar@mail.ru*

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ТЕТРАЦИКЛИЧЕСКИХ ЭФИРОВ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ

Аннотация. В представленной статье синтезирован тетрациклический эфир бензойной кислоты и изучена его антимикробная и антифунгальная активность в отношении различных патогенных микроорганизмов. Показано, что тетрациклодец-3-енилбензоат подавляет рост грамм-положительных и грамм-отрицательных бактерий, а также дрожжеподобных грибов рода Кандида гораздо быстрее и при достаточно низких концентрациях по сравнению с известными широко используемыми в медицинской практике контрольными препаратами (риванол, этиловый спирт). Синтезированный бензоат рекомендован для дальнейшего применения в качестве местного антисептического средства.

Ключевые слова: эфиры бензойной кислоты, тетрациклические углеводороды, фармакофорная активность, противораковые препараты

Irada R.Safarova¹, Minavvar J. Ibrahimova², Elnara G. Mahmudova³, Djeyran H. Ismaylova⁴

Institute of Petrochemical Processes. Yu. H. Mammadaliyev Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan)

Corresponding author: Minavvar J. Ibrahimova, i.minavvar@mail.ru

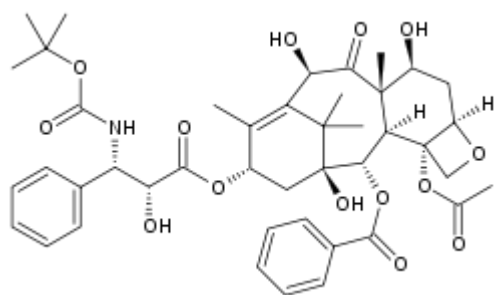
SYNTHESIS AND STUDY OF THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF BENZOIC ACID TETRACYCLIC ESTERS

Abstract. In the presented article, a tetracyclic benzoic acid ester was synthesized and its antimicrobial and antifungal activity against various pathogenic microorganisms was studied. It has been shown that tetracyclodec-3-enylbenzoate inhibits the growth of gram-positive and gram-negative bacteria, as well as yeast-like fungi of the genus *Candida* much faster and at fairly low concentrations compared to known control drugs widely used in medical practice (rivanol, ethyl alcohol). The synthesized benzoate is recommended for further use as a local antiseptic.

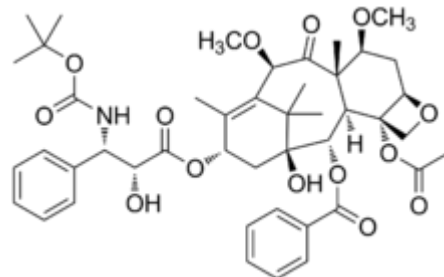
Key words: benzoic acid esters, tetracyclic hydrocarbons, pharmacophore activity, anticancer drugs

Известно, что эфиры бензойной и гидроксibenзойных кислот обладают высокой биологической активностью и в предыдущих наших исследованиях был представлен широкий обзор результатов исследований в этой области [1-3]. В представленной работе осуществлен синтез тетрациклического эфира бензойной кислоты и изучена его биологическая активность.

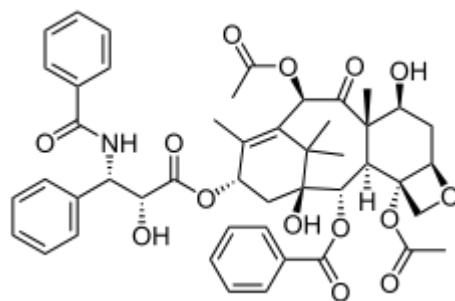
Тетрациклические эфиры бензойной кислоты нашли свое применение в медицине в качестве противораковых лекарственных средств [4-12]. В этих работах сообщается об основных представителях тетрациклических бензоатов, находящих применение в качестве фармакофорных препаратов в медицине и фармакологии.



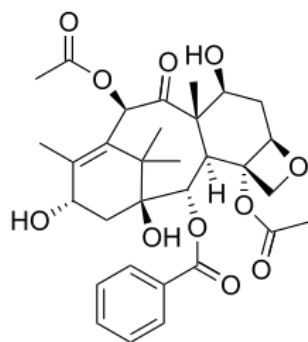
доцетаксел



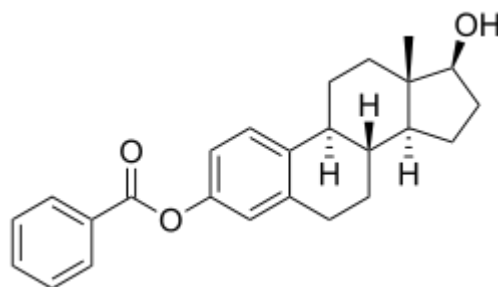
кабазитаксел



паклитаксел



баккатин III



бензоат эстрадиола

В этой связи синтез и изучение биологической активности тетрациклических бензоатов представляет как практический, так и теоретический интерес с точки зрения фармакологии и фармакохимии.

Экспериментальная часть

В качестве исходных веществ использовали дициклопентадиен, циклопентадиен, выделенный из его димера, норборнен, а также бензойная кислота.

Дициклопентадиен (трицикло[5.2.1.0^{2,6}]-дека-3,8-диен) имел следующие физико-химические показатели: температура кипения (при 760 мм рт.ст.) – 169–170⁰С; плотность – 978,0–986,0 кгсм³; показатель преломления – 1.5060.

Циклопентадиен С₅Н₆ был выделен экспериментально из димера циклопентадиена и имел следующие физико-химические показатели: т. кип. 42⁰С, т.пл. (–85)⁰С, плотность 0.805 г/мл, показатель преломления 1.4450, молекулярный вес 66.

Норборнен (бицикло[2.2.1]-гептен) имел следующие физико-химические показатели: температура кипения 96⁰С, температура плавления 44-46⁰С, плотность 0,8589 г/см³.

Бензойная кислота С₆Н₅СООН имела следующие физико-химические показатели: температура плавления 122,5⁰С, температура кипения 249,2⁰С, плотность 1,2660 г/см³, показатель преломления 1,5397

Реакцию проводили в герметически закрытой ампуле, сделанной из нержавеющей стали. Расчетное количество реагирующих веществ загружали в стальную ампулу и нагревали ее до определенной температуры в муфельной печи. После истечения времени реакции содержимое ампулы переносили в перегонную колбу и перегоняли под вакуумом. Затем определяли физико-химические показатели синтезированного продукта.

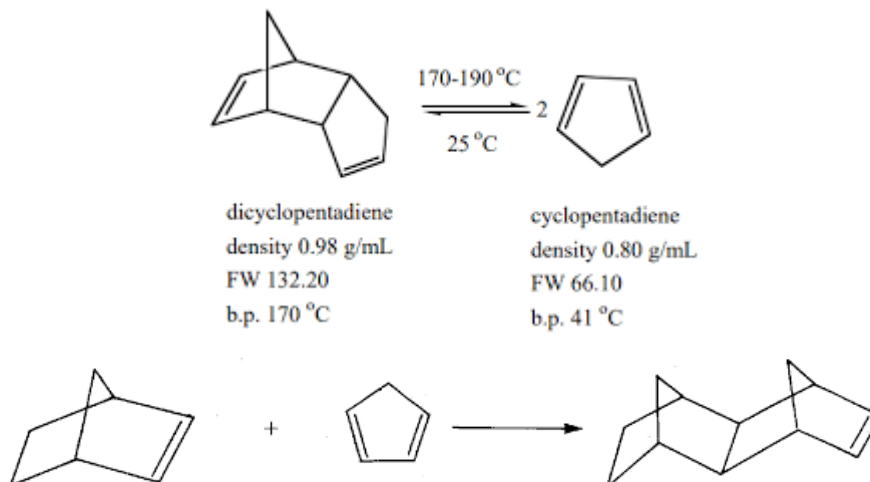
ИК-спектроскопический анализ исходных и синтезированных соединений сняты на спектрометре ALPNA IQ-Furye немецкой фирмы Bruker в области 4000–700 см⁻¹. ИК-спектры образцов снимались между окошками из NaCl, имеющими толщину 1.26 мм. Образцы готовились в виде эмульсий в вазелиновом масле.

Спектры ЯМР синтезированных соединений записаны на приборе Bruker WP-300 (300 МГц). Химические сдвиги определены относительно ТМС, растворитель С₆Д₆, СDCl₃, относительная погрешность определения σ^{+005} .

Для определения чистоты синтезированного продукта использовали метод газожидкостной хроматографии, который был осуществлен на приборе ЛХМ-8 МД с детектором по теплопроводности, колонки – 300×0.3 см, заполненные динохромом П с 5 %-ным апиезоном (неполярная фаза) и полиэтиленгликольсукцинатом ПЭГС (полярная фаза), газ-носитель – азот. скорость подачи газа-носителя – 30 см³/мин, температура колонки – 250⁰С.

Результаты и их обсуждение

В наших исследованиях был осуществлен синтез тетрациклических бензоатов и изучена их биологическая активность, в частности антимикробная и антифунгальная активность в отношении различных патогенных микроорганизмов и грибов. На первой стадии [13] на основе диеновой конденсации дициклопентадиена и норборнена осуществлен синтез тетрациклического углеводорода – тетрацикло[4.4.1^{2,3}.1^{7,10}.0^{1,6}]додец-3-ена. Аддукт имел следующие физико-химические показатели: температура кипения 95-96⁰С, плотность (20⁰С) 1,0045 г/см³; показатель преломления 1,5181. В качестве катализатора использован нано-размерный оксид титана (размер частиц 20-22 нм), выход аддукта составил 92,8 %.



На второй стадии [14,15] полученный тетрациклический углеводород вступает в реакцию с бензойной кислотой с получением соответствующего бензоата. Полученный эфир имел следующие физико-химические показатели: температура кипения 174-175⁰С (остаточное давление 1 мм.рт.ст.), плотность (20⁰С) 1,0982 г/см³; показатель преломления 1,5232. Реакцию проводили в автоклаве при соотношении реагирующих веществ (тетрациклододецен:бензойная кислота) равное 1:1, температура реакции 120⁰С, время – 4 ч. Выход эфира составил 75,8 %.

В ИК-спектре синтезированного тетрациклического бензоатного эфира наблюдаются следующие характеристические полосы поглощения: 1454, 1496 см⁻¹ – деформационные колебания СН₂-группы, 602 см⁻¹ – двойная связь бензольного кольца, 1718 см⁻¹ – деформационные колебания С=О связи, 2973 см⁻¹ – валентные колебания СН₂-группы, 3063 см⁻¹ – валентные колебания связи С-Н в бензольном кольце.

В ЯМР ¹Н спектре синтезированного продукта имеются сигналы протонов в следующих полях (м.д.): 7,4 (триплет), 8,3 (дублет) протоны бензольного кольца, 5,4 (синглет) – протоны в экзо-положении циклической системы, 3,7 (триплет) – протоны в эндо-положении циклической системы, 0,75-2,0 (дублет-триплет) протоны додецильного цикла.

Изучена антимикробная и антифунгальная активность синтезированного тетрациклического эфира в отношении грамм-положительных (*золотистый стафилококк*) и грамм-отрицательных (*кишечная палочка*, *синегнойная палочка*) бактерий, а также дрожжеподобных грибов рода *Кандида*.

Золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*) представляет собой вид шаровидных грамположительных бактерий из рода стафилококков. В настоящее время приблизительно 25–40 % населения являются постоянными носителями этой бактерии, которая может сохраняться на кожных покровах и слизистых оболочках верхних дыхательных путей¹. *Staphylococcus aureus* может вызывать широкий диапазон заболеваний, начиная с лёгких кожных инфекций до смертельно опасных заболеваний (пневмония, менингит, остеомиелит, эндокардит, сепсис). Этот вид бактерий до сих пор является одной из четырёх наиболее частых причин внутрибольничных инфекций, часто вызывая послеоперационные раневые инфекции.

Кишечная палочка (*Escherichia coli*) представляет собой вид грамотрицательных палочковидных бактерий, широко распространённых в нижней части кишечника человека и животных. Большинство штаммов *E. coli* являются безвредными, однако серотип O157:H7 может вызывать тяжёлые пищевые отравления у людей и животных. Непатогенные бактерии *E. coli*, в норме в больших количествах населяющие кишечник, могут, тем не менее, вызвать развитие патологии при попадании в другие органы или полости человеческого тела (перитонит, кольпит и др.)

Синегнойная палочка (*Pseudomonas aeruginosa*) представляет собой вид грамотрицательных подвижных палочковидных бактерий. Обитает в воде, почве, условно патогенна для человека и является возбудителем некоторых инфекционных заболеваний у человека. Лечение затруднительно ввиду ее высокой устойчивости к антибиотикам.

Дрожжеподобные грибы рода Кандида (*Candida albicans*) представляет собой форму дрожжеподобных грибов вида диплоидного грибка, способных к спариванию и является возбудителем ряда инфекционных заболеваний у человека, которые передаются через рот и гениталии. *Candida albicans* при нормальных обстоятельствах присутствует у 80% людей, не вызывая болезней, хотя чрезвычайное увеличение его количества вызывает кандидоз, часто наблюдающийся у пациентов с иммунодефицитом.

Изучение антимикробной активности вышеуказанных соединений проводились в сравнении с известными бактерицидными препаратами, широко применяемыми в медицинской практике, такими как этанол, риванол, фурациллин, карболовая кислота, хлорамин.

Антимикробную активность синтезированных веществ изучали дисперсионно-контактным методом, т.е. методом серийных разведений в отношении различных вышеуказанных микроорганизмов. Для этого 1%-ный спиртовой раствор исследуемого вещества разводили в дистиллированной воде до различных концентраций. Затем в каждую пробирку с испытуемым веществом высевали 0.1 мл тест-культуры, содержащей 900 тысяч микробных тел в 1 мл. Высевы делались через 10, 20, 30, 40, 60 мин (время экспозиции). Степень разведения соединений составляла 1:100, 1:200, 1:400, 1:800 и 1:3200 соответственно.

В качестве питательных сред использовали МПА pH 7.2–7.4 для бактерий и среду Сабуро для грибов. Длительность инкубации в термостате для бактерий была 18–24 ч. при 37⁰С, для грибов 1–10 дней при 28⁰С.

Результаты исследований представлены в табл. 1,2.

Таблица 1.

Исследование антимикробной активности синтезированного тетрациклического бензоата в отношении грамм-отрицательных бактерий

Соединения	Степень разведения	Время экспозиции, мин							
		<i>Кишечная палочка</i>				<i>Синегнойная палочка</i>			
		0	0	0	0	0	0	0	0
Тетрациклодец-3-енилбензоат	1:100								
	1:200								
	1:400								
	1:800								
Риванол (контроль)	1:100								
	1:200								
	1:400								
	1:800								
Этиловый спирт 96 % (контроль)	1:100								
	1:200								
	1:400								
	1:800								

Таблица 2.

Исследование антимикробной активности синтезированного тетрациклического бензоата в отношении грамм-положительных бактерий и грибов

Соединения	Степень разведения	Время экспозиции, мин							
		<i>Золотистый стафилококк</i>				<i>Грибы рода Кандида</i>			
		0	0	0	0	0	0	0	0
Тетрациклодец-3-енилбензоат	1:100								
	1:200								
	1:400								
	1:800								
Риванол (контроль)	1:100								
	1:200								
	1:400								
	1:800								
Этиловый	1:100								

спирт 96 % (контроль)	1:200								
	1:400								
	1:800								

Таким образом, из приведенных таблиц видно, что синтезированный тетрациклический бензоат обладает повышенной активностью в отношении указанных микроорганизмов, а также проявляет более высокую активность по сравнению с известными медицинскими препаратами на примере риванола и этанола. Полученные результаты позволяют рекомендовать синтезированный аддукт для использования в качестве местного антисептического средства.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сафарова И.Р. Биологически активные эфиры гидроксibenзойных кислот // Вестник Башкирского Государственного Педагогического Университета. 2021. № 1. С. 22-29
2. Сафарова И.Р. Гидроксibenзойные кислоты и их эфиры: общая характеристика, синтез, свойства и области применения // Химия в интересах устойчивого развития. 2020. Т. 28. № 5. С. 486-493
3. Safarova I.R. Hydroxybenzoic acid derivatives and their biological activity // PPOR. Vol. 23. N 1. Pp. 134-147
4. Oishi T., Fukaya K., Yamaguchi Y., Sugai T. Crystal structures of (\pm)-(1SR,5SR,6SR,7SR,10SR,11SR,13RS,14SR)-13-hydroxy-7-methoxy-methoxy-11,15,18,18-tetra-methyl-3-oxo-2,4-dioxo-tetra-cyclo-[12.3.1.0(1,5).0(6,11)]octa-dec-15-en-10-yl benzoate, its 13-epimer and 13-one derivative // Acta Crystallogr. E. Crystallogr. Commun. 2015. Vol. 71. N 5. pp. 466-472
5. Peltier S., Oger J-M., Lagarce F., Couet W. Enhanced oral paclitaxel bioavailability after administration of paclitaxel-loaded lipid nanocapsules // Comparative Study Pharm. Res. 2006. Vol. 23. N 6. Pp. 1243-1250
6. Han F., Kang L-Z., Zeng X-L., Ye Z-W. Bioproduction of baccatin III, an advanced precursor of paclitaxol, with transgenic *Flammulina velutipes* expressing the 10-deacetyl baccatin III-10-O-acetyl transferase gene // J. Sci. Food Agric. 2014. Vol. 94. N 12. Pp. 2376-2383
7. Huang J-J., Wei T., Ye Z-W., Zheng Q-W. Microbial Cell Factory of Baccatin III Preparation in *Escherichia coli* by Increasing DBAT Thermostability and *in vivo* Acetyl-CoA Supply // Frontiers in Microbiology. 2022. N 1. Pp. 123-127
8. Badi H.N., Abdoosi V., Farzin N. New approach to improve taxol biosynthetic // Trakia Journal of Sciences. 2015. N 2. Pp. 115-124
9. You L-F., Huang J-J., Lin S-L., Wei T. *In vitro* enzymatic synthesis of baccatin III with novel and cheap acetyl donors by the recombinant taxoid 10 β -O-acetyl transferase // Biocatalysis and biotransformation. 2019. Vol. 37. N 4. Pp. 239-245
10. Balendra S., Subban K., Jayabaskaran Ch. Biochemical insights into the recombinant 10-deacetyl baccatin III-10- β -O-acetyltransferase enzyme from the Taxol-producing endophytic fungus *Lasiodiplodia theobromae* // Fems Microbiology. 2019. N 4. Pp. 274-278
11. Khiapeng J., Mitch T., Nayak S., Chan W. Brønsted Acid-Mediated Cycloaromatization of 1H-Indol-2-yl Propargyl Benzoates to 7H-Benzo[c]carbazoles // Chem. Asian J. 2017. Vol. 12. N 13. Pp. 1475-1479
12. Pickens L., Sawaya M., Rasool H., Paskow I. Structural and biochemical characterization of the salicylyl-acyltransferase SsfX3 from a tetracycline biosynthetic pathway // J. Biol. Chem. 2011. Vol. 286. N 48. Pp. 41539-41551
13. Мамедов М.К., Мамедова Х.М., Махмудова Э.Г., Гадирли В.С. Синтез тетрациклододецена и его метильного производного // Азерб. Хим. Журнал. 2013. № 4. С. 96-100

14. Мамедов М.К., Юсифли В.С., Исмаилова Дж.Г., Сафарова И.Р. Синтез тетрациклического эфира бензойной кислоты // Тезисы докладов IX Бакинской Международной Мамедалиевской конференции Баку. 4-5 октября 2016. С. 39
15. Мамедов М.К., Юсифли В.С., Исмаилова Дж.Г., Сафарова И.Р., Гурбанова Х.Г. Синтез тетрациклододecilбензоатного эфира // Химические проблемы. 2016. № 3. С. 329-333

REFERENCES

1. Safarova I.R. Biologicheski aktivny`e e`firy` gidroksibenzojny`x kislot // Vestnik Bashkirskogo Gosudarstvennogo Pedagogicheskogo Universiteta. 2021. № 1. S. 22-29
2. Safarova I.R. Gidroksibenzojny`e kisloty` i ix e`firy`: obshhaya xarakteristika, sintez, svojstva i oblasti primeneniya // Ximiya v interesax ustojchivogo razvitiya. 2020. T. 28. № 5. S. 486-493
3. Safarova I.R. Hydroxybenzoic acid derivatives and their biological activity // PPOR. Vol. 23. N 1. Pp. 134-147
4. Oishi T., Fukaya K., Yamaguchi Y., Sugai T. Crystal structures of (\pm)-(1SR,5SR,6SR,7SR,10SR,11SR,13RS,14SR)-13-hydroxy-7-methoxy-methoxy-11,15,18,18-tetra-methyl-3-oxo-2,4-dioxo-tetra-cyclo-[12.3.1.0(1,5).0(6,11)]octa-dec-15-en-10-yl benzoate, its 13-epimer and 13-one derivative // Acta Crystallogr. E. Crystallogr. Commun. 2015. Vol. 71. N 5. pp. 466-472
5. Peltier S., Oger J-M., Lagarce F., Couet W. Enhanced oral paclitaxel bioavailability after administration of paclitaxel-loaded lipid nanocapsules // Comparative Study Pharm. Res. 2006. Vol. 23. N 6. Pp. 1243-1250
6. Han F., Kang L-Z., Zeng X-L., Ye Z-W. Bioproduction of baccatin III, an advanced precursor of paclitaxol, with transgenic *Flammulina velutipes* expressing the 10-deacetyl baccatin III-10-O-acetyl transferase gene // J. Sci. Food Agric. 2014. Vol. 94. N 12. Pp. 2376-2383
7. Huang J-J., Wei T., Ye Z-W., Zheng Q-W. Microbial Cell Factory of Baccatin III Preparation in *Escherichia coli* by Increasing DBAT Thermostability and in vivo Acetyl-CoA Supply // Frontiers in Microbiology. 2022. N 1. Pp. 123-127
8. Badi H.N., Abdoosi V., Farzin N. New approach to improve taxol biosynthetic // Trakia Journal of Sciences. 2015. N 2. Pp. 115-124
9. You L-F., Huang J-J., Lin S-L., Wei T. In vitro enzymatic synthesis of baccatin III with novel and cheap acetyl donors by the recombinant taxoid 10 β -O-acetyl transferase // Biocatalysis and biotransformation. 2019. Vol. 37. N 4. Pp. 239-245
10. Balendra S., Subban K., Jayabaskaran Ch. Biochemical insights into the recombinant 10-deacetyl baccatin III-10- β -O-acetyltransferase enzyme from the Taxol-producing endophytic fungus *Lasiodiplodia theobromae* // Fems Microbiology. 2019. N 4. Pp. 274-278
11. Khiapeng J., Mitch T., Nayak S., Chan W. Brønsted Acid-Mediated Cycloaromatization of 1H-Indol-2-yl Propargyl Benzoates to 7H-Benzo[c]carbazoles // Chem. Asian J. 2017. Vol. 12. N 13. Pp. 1475-1479
12. Pickens L., Sawaya M., Rasool H., Paskow I. Structural and biochemical characterization of the salicylyl-acyltransferase SsfX3 from a tetracycline biosynthetic pathway // J. Biol. Chem. 2011. Vol. 286. N 48. Pp. 41539-41551
13. Mamedov M.K., Mamedova X.M., Maxmudova E`G., Gadirli V.S. Sintez tetraciklododecena i ego metil`nogo proizvodnogo // Azerb. Xim. Zhurnal. 2013. № 4. S. 96-100
14. Mamedov M.K., Yusifli V.S., Ismajlova Dzh.G., Safarova I.R. Sintez tetraciklicheskogo e`fira benzojnoj kisloty` // Tezisy` dokladov IX Bakinskoj Mezhdunarodnoj Mamedalievskoj konferenciyu Baku. 4-5 oktyabrya 2016. S. 39
15. Mamedov M.K., Yusifli V.S., Ismajlova Dzh.G., Safarova I.R., Gurbanova X.G. Sintez tetraciklododecilbenzoatnogo e`fira // Ximicheskie problemy`. 2016. № 3. S. 329-333

Информация об авторах

И.Р. Сафарова – старший научный сотрудник лаборатории «Функциональные мономеры и олигомеры»;

М.Дж. Ибрагимова – доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией «Функциональные мономеры и олигомеры»;

Э.Г. Махмудова – кандидат химических наук, доцент;

Дж.Г. Исмайлова – Сотрудник лаборатории «Функциональные мономеры олигомеры».

Information about the authors

I.R. Safarova– senior researcher laboratory "Functional monomers and oligomers";

M.J. Ibrahimova – Doctor of Chemical Sciences, professor, head of the laboratory "Functional monomers and oligomers";

E.G. Makhmudova – candidate of chemical sciences, associate professor "Functional monomers and oligomers".;

D.H. Ismayilova – employee laboratory "Functional monomers and oligomers".

Динара Кабдын-Каировна Шакенева¹, Баян Жумабаевна Баймурзина², Наталья Викторовна Суханова³

¹НАО Павлодарский педагогический университет им. Ә.Марғұлана, Павлодар, Казахстан,

^{2,3}Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмиллы, Уфа, Россия

¹*shakeveva.dinara@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4312-1980>*

²*bajana77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0427-9072>*

³*n_suhanova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6130-6172>*

КОНЦЕНТРАЦИЯ АЗОТА В *LYTHRUM SALICARIA* BLUSH ВО ВЗАИМОСВЯЗИ С ФАКТОРАМИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Аннотация. Настоящее исследование направлено на сравнение концентрации азота в листьях среди популяций *Lythrum salicaria* Blush, соотнося данные о концентрации азота с типом почвенного покрова, состоянием и размером рек, интенсивностью сельского хозяйства, фрагментах русла реки. Значительно более высокие ($p < 0,05$) концентрации азота в листьях были обнаружены в популяциях *L. salicaria*, произрастающих вблизи малых рек (3,4%), по сравнению с крупными (2,8%). Другие выбранные параметры реки и ее окружающей среды в большинстве случаев не оказали существенного влияния на концентрацию азота в листьях растения. Необходимо дальнейшее экспериментальное изучение данных о насыщенности *L. salicaria* азотом.

Ключевые слова: азот, *Lythrum salicaria*, окружающая среда, прибрежные растения, метод Кьельдаля

Dinara Kabdyn-Kairovna Shakeneva¹, Bayan Zhumabaevna Baimurzina², Natalya Viktorovna Sukhanova³

¹NAO Pavlodar Pedagogical University named after A.Margulana, Pavlodar, Kazakhstan, shakeveva

^{2,3} Bashkir State Pedagogical University n.a. M. Akmulla, Ufa, Russia

¹*dinara@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4312-1980>*

²*bajana77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0427-9072>*

³*n_suhanova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6130-6172>*

NITROGEN CONCENTRATION IN *LYTHRUM SALICARIA* BLUSH IN RELATION TO ENVIRONMENTAL FACTORS

Abstract: The present study is aimed at comparing the nitrogen concentration in leaves among populations of *Lythrum salicaria* Blush, correlating the nitrogen concentration data with the type of soil cover, the state and size of rivers, the intensity of agriculture, and fragments of the riverbed. Significantly higher ($p < 0.05$) nitrogen concentrations in leaves were found in *L. salicaria* populations growing near small rivers (3.4%) compared to large ones (2.8%). Other selected parameters of the river and its environment in most cases did not have a significant effect on the nitrogen concentration in the leaves of the plant. Further experimental study of the data on the saturation of *L. salicaria* with nitrogen is necessary.

Keywords: nitrogen, *Lythrum salicaria*, environment, coastal plants, kjeldahl method

Азот является наиболее дефицитным элементом для растений в нетронутой природе,

хотя за прошедшее столетие антропогенная деятельность удвоила количество этого элемента, циркулирующего на Земле (Pinau и др., 2018). Прибрежные зоны действуют как буферы для азота, который в неполных количествах постепенно перемещается с сельскохозяйственных полей в водную экосистему (Yoshikawa и др., 2015; Hille и др., 2018; Pinau и др., 2018). Из-за генетических и фенотипических расхождений, различных методов отбора проб, методов определения азота и отдельных оценочных показателей, данные, полученные о количестве азота у определенных видов в разных регионах, нелегко сравнивать между собой.

Для нашего исследования был собран растительный материал *Lythrum salicaria* в 39 участках вдоль 3 речных бассейнов Литвы: Nemunas, Seaside и Lielupė. Использовались только листовые пластинки *L. salicaria*, а концентрации азота определяли по методу Кьельдаля (Kjeldahl, 1883).

Среднее значение концентрации азота в листьях популяций *L. salicaria* колебалось от 2,35% до 3,94%, между минимальным и максимальным показателями популяции различались в 1,68 раза ($p < 0,05$). Средняя концентрация азота в листьях всех популяций *L. salicaria* составила 2,98%.

Для популяций *L. salicaria* сельскохозяйственные угодья были преобладающим типом земель, включающих 53%. Наше исследование не выявило существенных различий в листьях по концентрации азота между группами популяций *L. salicaria* с точки зрения различий в землепользовании. Отсутствие различий может быть связано с недавними сдвигами в сельском хозяйстве от интенсивного земледелия к экологическому, улучшением систем очистки сточных вод в населенных пунктах и городах.

L. salicaria рос в речных фрагментах любого состояния. Наибольшее количество популяций *L. salicaria* встречалось возле рек среднего состояния (40% от общей численности популяций). Наши предыдущие исследования показали (Krokaitė и др., 2019), что концентрация азота в листьях популяций *L. salicaria* не зависела от регулирования русла реки.

Наибольшее количество популяций *L. salicaria* (33% от всех популяций) было собрано вблизи рек среднего размера. Значительно ($p < 0,05$) более высокие концентрации азота в листьях наблюдались в популяциях *L. salicaria*, растущих в малых реках (3,4%) по сравнению с теми, которые растут вблизи больших рек (2,8%).

Определение концентраций азота в прибрежных растениях как индикатора землепользования и других воздействий окружающей среды. Данные о концентрациях азота в сочетании с внутренними показателями показывают, что азотная нагрузка довольно высока, что может привести к видимым заметным изменениям растительности. В исследованиях прибрежных видов растений обычно указываются абиотические факторы окружающей среды, а также параметры плотности видов и частота возникновения. Эвтрофикация рек вызывает серьезную озабоченность, но информация о физиологических характеристиках прибрежных видов растений все еще отсутствует. Насыщение листьев азотом обычно обсуждается с использованием индикаторных значений Ellenberg. Это исследование предназначено для сравнения концентраций азота среди популяций прибрежных видов растений, связывая данные о концентрациях азота по типу землепользования (на основе CLC. 2006) на прилегающих территориях, по состоянию и размеру реки, интенсивности сельского хозяйства в 1991-1996 годах и по естественным и регулируемым руслам рек. Статистически значимо ($p < 0,05$) более высокие концентрации N в листьях были обнаружены для популяций *L. salicaria*, растущих вблизи небольших рек (3,4%), чем по сравнению с произрастающими вблизи крупных рек (2,8%). Другие выбранные условия для рек и их окружающей среды в большинстве случаев не оказали существенного влияния на концентрацию азота в листьях *L. salicaria*. Различия в почвенном покрове и типе использования не отражались в концентрациях N в листьях популяций, эти концентрации не зависели от размера реки или состояния реки. Можно сделать вывод, что количество азота, поступающего в прибрежные экосистемы, вызывает распространение

относительно большого количества видов макрофитов, потребляющих азот, но основные источники питания макрофитов азотом требуют дальнейшего изучения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Pinay, G., Bernal, S., Abbott, B. W., Lupon, A., Marti, E., Sabater, F., & Krause, S. (2018). Riparian corridors: a new conceptual framework for assessing nitrogen buffering across biomes. *Frontiers in Environmental Science*, 6, 47.
2. Yoshikawa, S., Takahashi, H., Sasada, Y., & Mochizuki, H. (2015). Impact of land use on nitrogen concentration in groundwater and river water. *Soil Science and Plant Nutrition*, 61(6), 898–909.
3. Hille, S., Larsen, S. E., Rubæk, G. H., Kronvang, B., & Baattrup-Pedersen, A. (2018). Does regular harvesting increase plant diversity in buffer strips separating agricultural land and surface waters? *Frontiers in Environmental Science*, 6, 58.
4. Kjeldahl, C. (1883). A new method for the determination of nitrogen in organic matter. *The Journal of Analytical Chemistry*, 22, 366–372.
5. Krokaitė, E., Shakenėva, D., Juškaitytė, E., Tomas, R., Nemaniūtė-Gužienė, J., Butkuvienė, J., Patamsytė, J., Rančelienė, V., Vyšniauskienė, R., Duchovskienė, L., Jocienė, L., Sinkevičienė, Z., Naugžemys, D., Kleizaitė, V., Chmura, D., Anderson, N. O., Žvingila, D., & Kupčinskienė, E. (2019). Nitrogen concentration of the aquatic plant species in relation to land cover type and other variables of the environment. *Žemdirbystė= Agriculture*, 106(3), 203–212.
6. CLC. 2006. CORINE Land Cover Nomenclature Conversion to Land Cover Classification System. http://www.igeo.pt/gdr/pdf/CLC2006_nomenclature_addendum.pdf

Информация об авторах

Д.К-К. Шакенева - Phd, старший преподаватель;

Б.Ж. Баймурзина – магистр естественных наук, аспирант;

Н.В. Суханова – доктор биологических наук, профессор.

Information about the authors

D.K-K. Shakenėva – Phd, Senior Lecturer;

B.J. Baimurzina – Master of Natural Sciences, postgraduate student;

N.V. Sukhanova – Doctor of Biological Sciences, Professor.

УДК 372.882

Константин Андреевич Калинин*Набережночелнинский государственный педагогический университет, Набережные Челны, Россия, filologkalinin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9062-9616>***АССОЦИАТИВНЫЙ АНАЛИЗ РАССКАЗА И. БУНИНА «КАВКАЗ» ПОСРЕДСТВОМ ЧТЕНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ТЕКСТА С ОСТАНОВКАМИ**

Аннотация. В статье предложен методический маршрут изучения рассказа «Кавказ» И. Бунина на уроке литературы. В качестве метода обучения выбирается ассоциативный анализ художественного текста. Наиболее подходящей формой работы над рассказом оказывается чтение с остановками, «вслед за автором». Анализ последовательно читаемых фрагментов произведения через поиск ассоциативных рядов позволяет не только понять авторский замысел, но и предложить индивидуально-личностную интерпретацию художественного текста. Наиболее значимыми в тексте рассказа оказываются ассоциативные ряды, связанные с понятиями холода, темноты и дождя.

Ключевые слова: ассоциативный анализ, изучение художественного текста, образная система, словесный ряд, чтение с остановками, урок литературы.

Konstantin A. Kalinin*Naberezhnye Chelny State Pedagogical University, Naberezhnye Chelny, Russia, filologkalinin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9062-9616>***ASSOCIATIVE ANALYSIS OF I. BUNIN'S SHORT STORY "THE CAUCASUS" THROUGH READING A LITERARY TEXT WITH STOPS**

Abstract. The article offers a methodical route for studying the story "The Caucasus" by I. Bunin in a literature lesson. The associative analysis of a literary text is chosen as the method. The most appropriate form of work on a story is reading with stops, "following the author". The analysis of consistently readable fragments of the work through the search for associative series allows not only to understand the author's intention, but also to offer an individual and personal interpretation of the literary text. The most significant in the text of the story are the associative series associated with the concepts of cold, darkness and rain.

Keywords: associative analysis, study of a literary text, figurative system, word series, reading with stops, literature lesson

Обсуждение на уроке литературы рассказа И. Бунина «Кавказ», предлагаемого для изучения в 8 классе, связано с некоторыми методическими трудностями. Во-первых, следует отметить выбор темы, сложной для эмоционального восприятия учениками. Рассказ продолжает ряд произведений, повествующих о трагической любви. Это требует от учителя тщательной подготовки к интерпретационной деятельности учеников, позволяющей дать нравственную оценку поступкам героев в контексте ценностных установок. Во-вторых, сложность изучения связана с преобладанием в рассказе ярко выраженного лирического начала. Эмоциональность выступает в рассказе на первый план и в отдельных его фрагментах затемняет сюжет. Яркой чертой является отсутствие имён у героев, подробной их характеристики, а также повествование от лица рассказчика, близкого по организации к лирическому герою. Это создаёт условия для сотворчества читателя. Наконец, стоит отметить образную организацию повествования в рассказе, которая требует от читателя внимательного наблюдения над языком художественного произведения.

Продуктивной формой работы с таким прозаическим текстом на уроке литературы, на наш взгляд, оказывается использование элементов ассоциативного анализа [3]. На его значимость указывает В. А. Сонькин: «В процессе чтения создаётся ассоциативный образ, в результате неожиданного сочетания далёких понятий, обладающий повышенной метафоричностью и субъективностью. Ассоциативность лежит в основе всякого художественного образа» [4, с. 51–52]. Сложность ассоциативного анализа прозаического текста заключается в большом лексическом материале, который формирует практически бесконечное количество ассоциативных связей. Этим он отличается от анализа поэтического текста, в котором их выделение более упорядочено самой архитектурой текста. Для продуктивного анализа прозаического текста учителю необходимо выделить ключевые ряды ассоциаций, которые позволят понять авторскую идею и предложить интерпретацию произведения. Словесные ряды, получившие теоретическое описание в работах А. И. Горшкова, создают образную систему произведения, а их «движение, чередование и развёртывание ... выражает композиционную структуру произведения» [2, с. 154].

Наиболее удачной формой анализа рассказа «Кавказ», на наш взгляд, оказывается чтение с остановками для обсуждения, акцентирования внимания на отдельных художественных деталях, построения ассоциативных связей и предположения продолжения сюжета. Проведение такого занятия возможно только в неподготовленной аудитории, то есть если ученики не знают содержание произведения даже в общих чертах. В этом случае неожиданная развязка получает множество интерпретаций, основанных на выстроенных ассоциативных линиях обсуждения текста. Попытка предположить развитие сюжета и анализ недочитанного произведения позволяют рассматривать события в их динамичном развёртывании «вслед за автором». В таком случае высказываемые идеи учеников не зависят от авторской позиции, которая раскрывается полностью после развязки произведения. Это позволяет выстроить индивидуально-личностную интерпретацию текста. Предлагаем исследовательский маршрут изучения рассказа И. Бунина «Кавказ» через ключевые точки остановок в чтении и возможное содержание беседы с учениками. Сразу оговоримся, что остановки в чтении могут быть изменены в процессе беседы при сохранении общей логики анализа рассказа.

1. После слов «...и жил томительно, затворником» [1, с. 11] учитель останавливает чтение и просит предположить причину поведения героя. Обращает внимание на его финансовое благополучие («...остановился в незаметных номерах в переулке возле Арбата» [1, с. 11]). Чтение концовки предложения объясняет поступков героя: у него незаконные любовные отношения.

2. После слов «...потрясало меня жалостью и восторгом» [1, с. 11] предлагается обсуждение образа героини. Учитель обращает внимание на следующие фразы, помогающие составить её портрет: *входила поспешно, бледна прекрасной бледностью* (повтор!), *голос у неё срывался, бросив куда попало зонтик*. Анализ отрывка помогает составить картину отношений героев. Но всё же сведений пока ещё очень мало, чтобы судить о деталях. Предлагается обсудить, о чём может пойти речь в рассказе.

3. После слов «...должна быть страшно осторожна» [1, с. 11] в беседу вводится третий герой рассказа – муж героини. Учитель подводит к противоречивости описания мужа: с одной стороны, героиня отмечает его жестокий и самолюбивый характер, с другой – подчёркивается, что для офицера важнейшей ценностью является понятие о чести (отметим повтор этого слова подряд в прямой речи). Особое значение в рассказе приобретает то обстоятельство, что герои не имеют имён. Учитель предлагает подумать, для чего это необходимо автору. После обсуждения образных характеристик героев рассказа учитель спрашивает, каков был план жены и героя-любовника. Наиболее очевидным ответом представляется решение развестись с мужем. В этом моменте необходим историко-культурологический комментарий, который указывает на большую значимость семейных ценностей в описываемую эпоху и практически невозможность развода, особенно людей,

которые задумываются о своей чести, каким и оказывается муж героини. По мере обсуждения рождаются самые разные версии плана героев.

4. После слов «...слишком великим счастьем казалось нам это» [1, с. 12] ученикам предлагается обсудить план героев. Важный вопрос этого этапа – осуществится ли он. На этом этапе необходимо составить ряд ассоциаций, связанных с представлением о юге. В него войдут такие понятия, как тепло, отдых, счастье, свобода и др. Этот ряд отражает душевные мечтания героини. При этом в описание знакомого герою места автор вводит совсем не позитивные образы: чёрные кипарисы, холодные серые волны. Это и создаёт противоречивое впечатление от плана героев. Значимой оказывается фраза, следующая сразу же после отрывка: «*В Москве или холодные дожди...*» [1, с. 12]. Она создаёт противопоставление реальности и мечты, передаёт эмоциональное состояние ожидания: холодная Москва должна смениться жарким Кавказом.

5. После слов «...или он в последнюю минуту не пустил её!» [1, с. 12] проводится беседа по обсуждению описания Москвы, которое продолжает ассоциативный ряд холода и темноты. Приезд героя на вокзал сопровождается холодом, который неоднократно подчёркивается: «...всё внутри у меня замирало от тревоги и холода» [1, с. 12], «*я похолодел от страха*» [1, с. 12]. В отрывке описывается осенний дождь, который сопровождает отъезд героев. Темнота выражается через такие образы, как чёрно блестящие улицы, тёмный, отвратительный вечер и тёмный свет вокзальных фонарей. Отношение к поступку героев может быть интерпретировано следующей фразой: «...носильщик, обирая мокрую руку о свой белый фартук» [1, с. 12]. Образ грязи, в прочитанном отрывке, и то, как крадучись герой пробирается в поезд: «*По вокзалу и по платформе я пробежал бегом (повтор! – К. К.), надвинув на глаза шляпу и уткнув лицо в воротник пальто*» [1, с. 12], «*Я немедля опустил оконную занавеску...*» [1, с. 12] подводят к мысли о неправильности, даже греховности плана героев. Об этом свидетельствуют все ассоциативные связи, построенные в прочитанной части текста. Также учитель в ходе беседы может обратить внимание на подтверждение материального благополучия героя (вагон первого класса). Сюжетный вопрос беседы должен быть связан с тем, придёт героиня на вокзал или нет.

6. После слов «...сунул десятирублёвую бумажку» [1, с. 12] учитель предлагает обсудить образ мужа, которого впервые видит герой-рассказчик. Портретная характеристика довольно трафаретна, большое внимание уделено внешним деталям, подчёркивающим принадлежность к офицерскому составу. Важная деталь – замшевая перчатка – тоже отсылает к ассоциативному ряду со значением «холод». Провожая жену, офицер снимает эту перчатку. Жест обычно трактуется как символ любовного отношения к жене. По мере анализа текста при обсуждении любви мужа стоит подчеркнуть, что сцена проводов жены разыгрывается лишь в воображении героя. Стремление героини изменить жизнь и проявляется в её переходе из вагона второго класса в вагон первого класса, который расширяет ассоциативную цепочку: «*Кондуктору, который проводил её ко мне, я ледяной рукой сунул десятирублёвую бумажку...*» [1, с. 12]. Сюжетная линия делает поворот в сторону героини и её любовника. Однако ассоциативные ряды анализа рассказа заставляют усомниться в обретении счастья. Учитель просит предположить, какие эмоции будут испытывать герои в поездке.

7. После слов «...лучше смерть, чем эти муки» [1, с. 13] учитель продолжает беседу об отношениях героев. С одной стороны, можно заметить резкое изменение героини: «*Войдя, она даже не поцеловала меня, только жалостно улыбнулась...*» [1, с. 13], «...сказала она в первый раз говоря мне на “ты”» [1, с. 13]. Также в её словах уже второй раз проявляется отношение к мужу через упоминание о смерти, ассоциативно связанной с ним («...умру, если не увижу юга, моря» [1, с. 13] и «...лучше смерть, чем эти муки» [1, с. 11]). Разговор о сюжете может быть связан с предположением, будут ли они счастливы на юге, а также ставится вопрос о том, поедет ли муж за ней.

8. После слов «*Потом мы спустились вдоль берега к югу*» [1, с. 13] учитель

предлагает дополнить ассоциативные ряды, связанные с холодом и темнотой. Оказывается, что они резко прерываются: темнота сменяется ярким светом, а холод – духотой и нестерпимым сухим солнцем. Эти образы и сам пейзаж за окном резко противопоставлены описанию Москвы, однако не отменяют тревожности описываемых событий. Перед учениками ставится вопрос о том, ищет ли муж её и почему. Учитель принимает все версии, не соглашаясь с ними и не опровергая их.

9. После слов «...ещё две, три недели – и опять Москва!» [1, с. 14] учитель предлагает сравнить впечатления от описания их жизни на юге с пребыванием в Москве. Кажется, что ничего не напоминает о прошлой жизни. Особое место занимает природа, которая раскрывает первобытное ощущение жизни. Описание наполнено светом и теплом: «Горячее солнце было уже сильно, чисто, радостно» [1, с. 13], «...лазурно светился, расходился и таял душистый туман» [1, с. 13], «...проходил по знойному и пахнущему из труб горящим кизяком базару» [1, с. 13], «...купались и лежали на солнце» [1, с. 14], «...горячие, весёлые полосы света» [1, с. 14]. Ученики должны отметить, что в этой части нет образов, отсылающих к мужу и московской жизни. Лишь в конце фрагмента героиня плачет, понимая, что счастье временно. Здесь опять уместно спросить, что, по мнению учеников, делает муж, пока жена отдыхает на юге. Интересна ещё одна деталь повествования: питание героев, находящихся в первобытном месте, соответствует дорогому отдыху: «всё жареная на шкаре рыба, белое вино, орехи, фрукты» [1, с. 14].

10. После слов «Она радостно плакала, глядя на них» [1, с. 14] учитель обращает внимание на изменение картин природы в описании юга. Изображение дня сменяется ночными образами, которые не теряют своей притягательности, но уже символизируют смену настроения героев. Смещение чувств героини передают звуки кавказской ночи: «...глухой стук в барабан и горловой, заунывный, безнадежно-счастливый вопль как будто всё одной и той же бесконечной песни» [1, с. 14], мяуканье орлят, рёв барса и тьяканье чекалок во время злобной бури. Образ грозы как бы завершает путешествие героев, возвращая их в атмосферу Москвы. Он предвещает несчастье и символизирует расплату за неправильный выбор. Описание дождя оказывается важным элементом рассказа и организует кольцевую композицию повествования. Обращая внимание на то, что сюжет близится к развязке, учитель предлагает предположить, что произойдёт в конце путешествия героев. Самые разные версии предлагаются, но не обсуждаются и не оцениваются. Среди различных предположений обычно наиболее очевидным оказывается расплата мужа с женой и любовником. Разрешением дискуссии о месте нахождения мужа оказывается прочтение следующего предложения: «Он искал её в Геленджике, в Гаграх, в Сочи» [1, с. 14].

11. После слов «...не спеша выкурил сигару» [1, с. 15] учитель предлагает обсудить, нашёл ли их муж, получил ли доказательства её измены. Подсказкой может оказаться указание на то, что он был не только в тех двух городах, из которых она посылала ему телеграммы (Геленджик и Гагры), но и в Сочи, около которых должны были остановиться герои (в начале рассказчик отмечает, что он жил некоторое время возле Сочи). При этом следует отметить, что поведение мужа не характерно для проявления ревности, из-за которой герой пересекает территорию России. Он скорее напоминает отдыхающего: живёт в гостинице, обедает в ресторане, купается и носит парадную форму. Учитель предлагает высказать предположения о мотивах такого поведения. Стоит отметить, что уровень жизни мужа в Сочи не соответствует его более скромному материальному положению. Ответом на самые разные предположения становится последнее предложение текста: «Возвращаясь в свой номер, он лёг на диван и выстрелил себе в виски из двух револьверов» [1, с. 15]. Для создания особого эффекта на аудиторию стоит перечитать последний абзац со слов: «Он искал её в Геленджике, в Гаграх, в Сочи» [1, с. 14].

12. На последнем этапе обсуждения подводятся итоги анализа всего рассказа. Ключевым становится ответ на вопрос о мотиве поступка героя. Подготовительная работа, построенная с помощью приёма медленного чтения текста «вслед за автором», позволяет не

только высказать различные интерпретации поступка героя, но и подготовиться к осмыслению нравственных проблем рассказа. В погоне за мимолётным счастьем и решением своих амбиций герои не считаются с чувствами и переживаниями других. Это приводит к трагичной развязке сюжета. Тема любви приобретает в рассказе драматичное звучание, в целом характерное для поэтики творчества И. Бунина. Последовательно выстроенные словесные ряды ассоциаций, связанных такими понятиями, как холод, темнота, дождь, помогают лучше понять идейно-тематическое своеобразие произведения, раскрыть авторский замысел и выстроить индивидуально-личностную интерпретацию художественного текста.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бунин И. А. Полное собрание сочинений в 13 томах. Том 6. М.: Воскресенье, 2006. 488 с.
2. Горшков А. И. Русская стилистика: учебное пособие. М.: Астрель: АСТ, 2001. 367 с.
3. Калинин К. А., Сонькин В. А. Постижение авторской идеи через ассоциативный анализ художественного текста // Слово в зеркале истории языка: V Абрамовские научные чтения. Вып. 3. Набережные Челны: НГПУ, 2022. С. 86–91.
4. Сонькин В. А. Русская литература: от изучения к обучению / сост., вступит. ст. и общ. ред. К. А. Калинина. Казань: РИЦ «Школа», 2020. 192 с.

REFERENCES

1. Bunin I. A. Complete works in 13 volumes. Volume 6. Moscow: Sunday, 2006. 488 p.
2. Gorshkov A. I. Russian stylistics: textbook. M.: Astrel: AST, 2001. 367 p.
3. Kalinin K. A., Sonkin V. A. Comprehension of the author's idea through associative analysis of a literary text // The word in the mirror of the history of language: V. Abramov's scientific readings. Issue 3. Naberezhnye Chelny: NGPU, 2022. pp. 86-91.
4. Sonkin V. A. Russian literature: from study to learning / comp., intro. art. and general ed. by K. A. Kalinin. Kazan: RIC "School", 2020. 192 p.

Информация об авторе

К.А. Калинин – кандидат филологических наук, заместитель директора по научно-методической работе института дополнительного профессионального образования, и.о. заведующего кафедрой русского языка как иностранного и межкультурной коммуникации.

Information about the author

K.A. Kalinin – Candidate of Philological Sciences, Deputy Director for Scientific and Methodological Work of the Institute of Additional Professional Education, Acting Head of the Department of Russian as a Foreign Language and Intercultural Communication.

УДК 378.2

Айгуль Фаниловна Ганиева

Гимназия №39 им. Файзуллина А.Ш., Уфа, Россия, aigul_g74@mail.ru

РОЛЬ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ ПО СОПРОВОЖДЕНИЮ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ

Аннотация. В статье описываются основные формы работы по сопровождению учебной деятельности одаренных детей.

Ключевые слова: Общеобразовательная школа, учитель, одаренные дети

Aigul F. Ganieva

Gymnasium No. 39 named after Fayzullina A.Sh., Ufa, Russia, aigul_g74@mail.ru

THE ROLE OF A COMPREHENSIVE SCHOOL TO SUPPORT THE EDUCATIONAL ACTIVITIES OF GIFTED CHILDREN

Annotation. The article describes the main forms of work to support the educational activities of gifted children.

Keywords: Secondary school, teacher, gifted children

В последние годы на уровне государственной политики реализуется целый комплекс программ, направленных на поддержку талантов и развитие одаренности детей: Концепция общенациональной системы выявления и развития молодых талантов, комплекс мер по реализации Концепции общенациональной системы выявления и развития молодых талантов, Целевая программа «Одаренные дети» в рамках национальной программы «Дети России». Национальный проект «Образование» также определяет одной из приоритетных задач современного Российского образования – формирование «...эффективной системы выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодёжи...» и включает в орбиту общенациональной политики в области образования Федеральный проект «Успех каждого ребенка».

Необходимость организации такой работы подчеркивается и в Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации», а также в научных источниках. «Повышение качества, доступности, эффективности образования, его непрерывный и инновационный характер, рост социальной мобильности и активности молодёжи, её включённости в различные образовательные среды делают систему образования важным фактором обеспечения национальной безопасности России, роста благосостояния её граждан» [1, с. 20]

МАОУ «Гимназия № 39 им. Файзуллина А.Ш.», ассоциированная школа ЮНЕСКО обучает сегодня более 2000 учащихся 26-ти национальностей. Благодаря действию долгосрочной авторской Комплексной программы «Одаренные дети: выявление, обучение, развитие» наш педагогический коллектив осуществляет системный подход к эффективной реализации «ФОРМУЛЫ ЛИЧНОСТНОГО РОСТА», основными компонентами которой являются: *компетентность, активность, саморазвитие, толерантность и креативность*. И, как показала многолетняя практика, Программа содержит в себе большие возможности для успешного решения задач выявления, поддержки и развития одаренности школьников.

В ее основе лежит глубокое понимание того, что XXI веку нужны люди, мыслящие не шаблонно, умеющие самостоятельно искать и находить новые пути решения предлагаемых задач и возникающих проблемных ситуаций. Это стратегический документ, позволяющий проектировать практический результат деятельности гимназии, прогнозировать концепцию ее работы с одаренными детьми на несколько лет, четко формулировать цели и ценности

получаемого одаренным учеником образования, выделять особенности организации учебно-воспитательного процесса в данном направлении и определять ведущие принципы во взаимодействии «учитель-ученик-родители».

Тот факт, что с 2013 года гимназия входит в ТОП-200 школ России, обеспечивающих высокие возможности развития талантов учащихся и в пятерку лидеров олимпиадного движения Республики Башкортостан, третий год подряд – в ТОП-300 школ России по конкурентоспособности выпускников, подтверждает создание внутри действующего гимназического образовательного пространства условий, необходимых для оптимального развития одаренных детей, включая и тех, чья одаренность на настоящий момент может быть еще не проявившейся, и просто способных детей, в отношении которых есть серьезная надежда на качественный скачок в развитии их способностей.

Работа с одаренными детьми внутри Программы разбита на 5 этапов: **диагностический** (дошкольная образовательная среда – гимназическая Школа «Малышок»), **анамнестический** (1-4 классы), **формирующий** (5-8 классы), **деятельностный** (9-11 классы) и **заключительный** (анализ результатов). Важно подчеркнуть, что на каждом из них осуществляется серьезное психолого-педагогическое сопровождение и максимально используется профессиональный ресурс социально-психологической службы гимназии.

Уже в Школе «Малышок» мы выделяем детей, которые отличаются от других по восприятию окружающего мира и оценке его целесообразности. Происходит создание первичной базы данных одаренных детей и отбор систем обучения, способствующих развитию самостоятельности их мышления, инициативности и творчества.

В начальной школе и на формирующем этапе основное действие вектора нашей программы направлено на формирование и развитие основного критерия одаренности – *познавательной потребности*. На этом этапе совместные усилия педагогов и родителей направляются на развитие любознательности, выраженной в интересе к определенным занятиям, изучению конкретного предмета, введение в исследовательскую деятельность: самостоятельный поиск новой информации и ее обработка. Деятельностный этап – это уже целевая познавательная деятельность ребят, направленная на проведение научного исследования и профессиональное самоопределение.

В соответствии с программой весь образовательный процесс выстраивается на 4-х важнейших, на наш взгляд, принципах воспитания: *Познай себя – это интересно! Сотвори себя – это необходимо! Утверди себя – это возможно! Прояви себя – это реально!*

Главным же плюсом является тот факт, что, благодаря действию программы, педагоги гимназии уже давно рассматривают своих учеников не как объект планового проведения мероприятий, а как полноправных партнеров в реализации различных образовательных проектов. Движение к успеху происходит последовательно и позитивно. Нашему Научному обществу учащихся «Discovery» исполнилось в 2022 году уже 27 лет. И сегодня в нем плодотворно и увлеченно работают не только старшеклассники.

С 2002 года «Дни науки» проходят и в начальной школе. Позитивный настрой ребят на продуктивную самореализацию осуществляется через комплекс предметных олимпиад, в том числе перечневых и дистанционных, и ежегодное участие в более чем 20-ти интеллектуальных и творческих конкурсах различного уровня и направленности.

Есть у них и еще один стимул – возможность работать в проектах Ассоциированных школ ЮНЕСКО и в нашем авторском Международном образовательном проекте «Поколение XXI века в диалоге евразийский культур» (взаимовыгодная образовательная интеграция со школами Германии, Англии, Китая, Белоруссии, Азербайджана, Узбекистана).

Мы убедились в том, что большие возможности по решению задач выявления, развития и поддержки интеллектуальной одаренности школьников содержит в себе олимпиадное движение. Наша практика уже многие годы показывает, что полная реализация потенциала олимпиады, как части программы работы с одаренными детьми, зависит от практического пошагового воплощения действующих в каждом образовательном

учреждении комплексных программ по данному направлению. Мы убедились, что именно от четкости выбранной в них стратегии зависит сегодня качественное решение основной задачи олимпиад – формирования будущей интеллектуальной элиты государства. А это означает, что олимпиады должны открывать как можно больше «звездочек», вовлекая одаренных ребят в систематическую работу по самосовершенствованию. У нас за ее основу взята «Технология саморазвития личности».

Школьные олимпиады в этом цикле, без сомнения, являются важной ступенькой на пути ребят к вдумчивому самопознанию. А чтобы на этом пути не было стрессов и срывов, педагоги-психологи гимназии проводят в период подготовки к этим мероприятиям «Тренинги успешности» и сопровождают потом каждую предметную олимпиаду. Кроме того, весь сентябрь с учителями-предметниками проводятся семинары-консультации по наиболее интересующим их вопросам.

Мы абсолютно убеждены, что, несмотря на всю трудоемкость процесса организации и проведения, формат школьного этапа позволяет максимальному количеству детей проявить себя, реализовать свои притязания и проверить свои реальные интеллектуальные возможности. Поэтому мы и не ограничиваем их стремление к успешности, хотя и привлекаем учащихся к осмысленной и плодотворной работе в период подготовки к олимпиаде по принципу добровольности. Ежегодно в школьном этапе участвуют более 80% учащихся.

Для того, чтобы охват был полным, мы ввели в практику проведение весенне-летних заочных туров, предлагая всем желающим специально отобранные педагогами задания. На очный тур следующего учебного года в первую очередь приглашаются учащиеся, показавшие хорошие результаты при выполнении заочных заданий.

Действующие классы с углубленным изучением отдельных предметов, профильные классы, предметные кружки и курсы по выбору, начиная с начальной школы за счет школьного компонента, занятия с преподавателями вузов – этим, полагаем, уже никого не удивишь... В нашей системе есть сегодня еще несколько очень важных звеньев.

Во-первых, в подготовку гимназистов к олимпиадам активно включаются студенты – наши выпускники. Это своего рода тренеры-тьюторы в звене молодежи, готовые таким образом продолжить свое участие в олимпиадном движении.

Во-вторых, все время подготовки к олимпиадам в нашей библиотеке работают специализированные выставки учебной и научно-популярной литературы по различным предметам.

В-третьих, для тех, у кого склонности к информатике и робототехнике, с 2019 года постоянно открыт гимназический технопарк «Лаборатория века», благодаря помощи ПАО АНК «Башнефть». В нем ребята сегодня увлеченно собирают роботов, занимаются 3D-моделированием и компьютерным дизайном.

Наиболее значимый результат – это триумфальное участие команды наших юных программистов 5-6 классов в финале Всероссийской Командной олимпиады по программированию для 5-8 классов ВКОШП.Junior 2022, проходившей в школе «Летово» (Москва): 4 место в общем зачете и дипломы победителей в младшей группе (5-6 классы).

Вступление гимназии в 2017 г. в Содружество Ассоциированных школ Союза машиностроителей России открыло дополнительные возможности для саморазвития будущих инженеров. Они стали также активными и успешными участниками различных олимпиад и конкурсов, проводимых УГНТУ.

В 2020 году командный проект наших десятиклассников «Радио 39-я ВОЛНА» занял 1 место в городе на «Ярмарке социальных проектов УГНТУ». В 2022 году в рамках его реализации ребята уже попробовали себя в роли радиоведущих, взяв интервью у ученицы 9 класса школы № 22 г. Петровское Луганской Народной Республики для студенческой радиостанции «Нефтерadio» УГНТУ.

В 2021 году учащиеся технологических классов приняли участие в турнире «Цифровое поколение» УГНТУ по компьютерному спорту и среди 1100 его участников со всего Поволжья, Свердловской и Челябинской областей стали победителями. Заняли 2 место во Всероссийском киберспортивном турнире Высшей школы экономики и в образовательной игре «Черное золото Башкирии», прошедшей в «Точке кипения УГНТУ».

Помимо этого, на заключительной стадии с целью повышения эффективности школьного тура ВсОШ по его окончании по каждой предметной дисциплине на специальных стендах вывешиваются подробные ответы и решения всех олимпиадных заданий.

Как гимназия, мы, безусловно, делаем упор на предметы гуманитарного цикла. В части подготовки участников языковых олимпиад (например, по английскому языку) в течение всего года педагоги на каждом уроке используют учебные пособия, составленные в европейском формате. А это и есть формат проведения нынешних олимпиад. Поэтому подготовка к олимпиадам ведется, можно сказать, ежедневно, и лишь на спецкурсах учитель применяет дополнительные пособия, направленные на развитие говорения и письменной речи

Ребята, избравшие социально-экономическую и юридическую специализацию, начиная с 6 класса, занимаются в кружке «Юный юрист», где лекции им читают не только наши выпускники, но и родители-юристы и экономисты. С 2022 года учащиеся 9-11 классов включились в два проекта Института права для школьников БашГУ: «Открытая правовая школа» и «Школа юного криминалиста».

При таком качественном старте получаются и весомые результаты.

Например, в 2022 году на олимпиадах различной направленности *всего* завоевано 684 призовых места.

И наша особая гордость – это, безусловно, результаты Всероссийской олимпиады школьников:

Учебный год	Муниципальный этап	Региональный этап	Заключительный этап
2019-2020	17 победителей, 73 призера	6 победителей, 40 призеров	1 призер
2020-2021	14 победителей, 67 призеров	6 победителей, 40 призеров	1 победитель, 4 призера
2021-2022	15 победителей, 67 призеров	9 победителей, 42 призера	3 победителя, 2 призера

Ежегодно лучшие из лучших становятся стипендиатами Главы Республики Башкортостан и Главы Администрации городского округа город Уфа. С 2009 года дополнительным стимулом к образовательной успешности стала общественная премия гимназии «Ученик года» по семи номинациям («Лидер года», «Ученик года», «Лингвист года», «Взгляд в будущее», «Творческое вдохновение», «Олимпийская надежда» и «Общественное признание»), учрежденная Общественным фондом «Тридцать девятая параллель». Посвященное этому событию торжественное мероприятие «Виват, гимназисты!» ежегодно проходит 16 сентября, в День рождения гимназии. В этот день награды ребятам вручают наши родители и выпускники – представители науки и искусства республики, общественные деятели и лучшие учителя.

По пути к успеху ребят ведет команда наших педагогов-наставников.

Они охотно делятся своим опытом выстраивания индивидуальной образовательной траектории одаренности с коллегами на ежегодных мастер-классах, практико-ориентированных семинарах и педсоветах. Наиболее запоминающимися в последние 3 года были:

- «Общая методология исследовательской и проектной деятельности, возрастная специфика при работе с одаренными детьми».
- «Иноязычное образование и межкультурная коммуникация в контексте требований ФГОС в общеобразовательных учреждениях».
- «Современные методики организации проектной деятельности одаренных учащихся».
- «Проектная деятельность как фактор развития одаренности личности обучающихся и их профессионального самоопределения».
- «Организация и проведение урока с использованием дистанционных образовательных технологий».
- Интенсив «Я-учитель». Диагностика и рекомендации по развитию «гибких навыков» педагога. Работа с одаренными детьми.
- Межрегиональный семинар «Учитель XXI века» – ретрансляция педагогического опыта.

Однако и наши педагоги испытывают дефицит методик обучения одаренных детей. Гимназия остро нуждается в специалистах, обладающих нужными знаниями и компетенциями для организации работы с нестандартными детьми, умением выстраивать индивидуальные развивающие траектории и, что крайне важно, отслеживать развитие, выявлять и грамотно решать проблемы, возникающие в практике этой работы.

Современные исследования в этой области продиктованы фактом открытия федерального и региональных центров работы с одаренными детьми, созданием центров дополнительного образования, развитием направленных программ общего образования. Однако теоретические работы пока не преобразованы в конкретные методики работы с учителем и одаренными детьми, описание приемов и способов работы с ними, которые можно было предложить учителю как инструментарий его деятельности.

Теоретический анализ проблемы, изучение практики работы общеобразовательных школ с одаренными детьми в школе позволил выявить **противоречия между объективной необходимостью специальной подготовки учителя в процессе его практической педагогической деятельности, и отсутствием научно обоснованных и апробированных рекомендаций, раскрывающих современные требования к содержанию, технологиям, организационным, психолого-педагогическим условиям дополнительного педагогического образования, определения структурно-функциональной модели подготовки учителя к этой деятельности.**

Развитие профессиональной компетентности учителя к работе с одаренными детьми будет происходить успешнее если учитель усвоит способы управления инвариативной структурой учебной деятельности обучающихся и методами трансформации ее для решения специфических учебных задач.

Концептуальная основа формирования профессиональной компетентности педагога к работе с одаренными детьми обусловлена гуманистической образовательной парадигмой, в сочетании с субъектным, личностно-ориентированным, деятельностным, синергетическим, антропологическим подходами к организации послевузовского педагогического образования. Должны быть определены организационно-педагогические условия формирования и развития профессиональной компетентности учителя работе с одаренными детьми, которая включает в себя:

- Разработку и апробацию инвариативного способа деятельности работы с одаренными детьми, который включает объективные методы и методики выявления, типизации одаренных детей, условий и способов работы с одаренными детьми, основанных на деятельностном подходе;

- Создание широкой мотивирующей образовательной среды в школе, основанной на индивидуальную направленность обучения одаренного ребенка. Школа при этом должна стать тем системообразующим звеном по определению индивидуальной траектории развития

одаренного ребенка, которая может не только определить тип одаренности, но и направить и подсказать способы его развития и отследить в дальнейшем результаты. Эти вопросы должны решаться на основе целенаправленного взаимодействия работающих в этой области ученых со школами, центрами и отделами образования города. Только такой подход позволит найти оптимальные сочетания традиционно применяемых в работе с учителями и детьми форм обучения с новыми формами работы, учитывающими специфику одаренного ребенка и способствующие раскрытию его природного потенциала;

- Программу научно-методического сопровождения учителя по работе с одаренными детьми, которая включает комплекс информационных, технологических и педагогических ресурсов, взаимосвязанных целенаправленных действий, мероприятий, направленных на оказание всесторонней помощи педагогу в решении возникающих затруднений в работе с одаренными школьниками, способствующих его профессионально-личностному развитию на протяжении всей профессиональной деятельности.

Вопросов много, но мы не останавливаемся на достигнутом, а продолжаем дальше расти и развиваться. В планах педагогического коллектива организация каникулярных профильных смен «Академия успеха», целью которых станет создание оптимальных условий для самореализации одаренных учащихся, развития их интеллектуального и творческого потенциала в условиях полноценного оздоровительного отдыха.

Второй шаг – это обеспечение комфортной и творческой социокультурной среды для учителя-наставника (рассчитан не на один год):

- выделение специальных учебных комнат для осуществления индивидуальных занятий;

- оборудование этих учебных комнат комплектом современного учебного оборудования (в том числе IT-оборудования: мультимедиа/ интерактивная доска, принтер, сканер и т.п.), специальными учебными пособиями и материалами;

- выделение в учебном расписании часов для практического осуществления индивидуальной и групповой проектно-исследовательской работы с одаренными учащимися;

- создание банка образовательных программ по работе с одаренными детьми, построенных на перспективных технологиях обучения;

- осуществление сетевого взаимодействия педагогов дошкольного, начального, основного, среднего и дополнительного образования по вопросам работы с одаренными детьми;

- издание материалов по эффективному опыту работы с одаренными детьми;

- проведение тренингов для учителей по освоению психологических технологий работы с одаренными детьми;

стимулирование педагогов-наставников через:

- доплаты за руководство проектной и научно-исследовательской деятельностью школьников;

- введение в Общественную премию «Человек Года» номинации «Наставник года» – за значительные достижения в работе с одаренными детьми.

А пока изо дня в день мы словом и делом будем продолжать развивать у своих учеников способность брать на себя ответственность, участвовать в совместном принятии решений, уметь извлекать пользу из полученного опыта, критически относиться ко всему, что их окружает.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гуров В.Н., Гурова Е.В., Левина И.Р. Институт педагогики в контексте новых вызовов времени: новая школа и инновационные специалисты// Инновации в образовании. 2012. № 7. - С. 19-32.

REFERENCES

1. Gurov V.N., Gurova E.V., Levina I.R. Institut pedagogiki v kontekste novy`x vy`zovov vremeni: novaya shkola i innovacionny`e specialisty`// Innovacii v obrazovanii. 2012. № 7. - S. 19-32.

Информация об авторе

А.Ф. Ганиева – директор гимназии.

Information about the author

A.F. Ganieva – is the director of the gymnasium.

Вклад авторов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

УДК 372.881.161.1

Марина Сергеевна Гладышева¹, Елена Александровна Сотникова²

^{1, 2}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Елец, Россия

¹ <https://orcid.org/0000-0001-9050-9481>, raymarina.83@mail.ru

² <https://orcid.org/0000-0003-0421-5626>, sotnikova2006@list.ru

*Автор, ответственный за переписку: Марина Сергеевна Гладышева,
raymarina.83@mail.ru*

ИЗУЧЕНИЕ ИМЕН СОБСТВЕННЫХ НА УРОКАХ РУССКОГО ЯЗЫКА В 5 КЛАССЕ

Аннотация. Статья посвящена изучению на уроках русского языка имен собственных, являющихся частью повседневной речевой практики пятиклассников. Отмечая, что ономастика как самостоятельный раздел не представлена в школе, авторы рассматривают, каким образом вводится материал по обозначенной проблеме в школьных учебниках, выявляют лингвистические темы, в которых представлены сведения об ономастической лексике, определяют эффективные формы и приемы работы в процессе изучения школьниками имен собственных в 5 классе. В ходе рассуждений приходят к выводу, что именно в языке максимально ярко проявляется самобытность русской именной системы, способствующая формированию лингвокультурологической компетенции.

Ключевые слова: имя собственное; ономастика; язык; коммуникация; проектная деятельность; обучение; русский язык

STUDYING PROPER NAMES IN RUSSIAN LANGUAGE CLASSES IN 5TH GRADE

Abstract. The article is devoted to the study of proper names, which are part of the everyday speech practice of fifth graders in the Russian language classes. Noting that onomastics as an independent section is not presented at school, the authors consider the way the material on the mentioned problem is introduced in the school textbooks, identify the linguistic themes, which present information about onomastic vocabulary, determine effective forms and methods of work in the process of studying proper names in the 5th grade. In the course of their reasoning they come to the conclusion that it is in the language that the originality of the Russian noun system is most clearly manifested, contributing to the formation of linguocultural competence.

Keywords: proper name; onomastics; language; communication; project activities; learning; Russian

В настоящее время в области методики обучения русскому языку отмечается усиленное внимание к функциональному аспекту изучаемых явлений. Это вполне объяснимо: язык развивается и существует как социальный феномен, выполняя разнообразные функции. В коммуникативном пространстве современную языковую личность окружают разные слова – имена и псевдонимы людей и литературных персонажей, наименования предметов, явлений, состояний, процессов, событий и т.д. Находясь в разных ситуациях общения, мы сталкиваемся с ними ежедневно. В этом многообразии и разнообразии языковой системы русского языка выделяется особая группа слов, к которой относят имена людей и литературных героев, клички животных, названия стран, городов и улиц, рек и океанов, космических объектов, важнейших событий и праздников, учреждений, произведений литературы и искусства, – ономастическая лексика. Данный пласт лексической системы – неотъемлемая часть повседневной речевой практики, живого общения.

Собственные имена чрезвычайно важны для общения и взаимопонимания людей. Выполняя функцию индивидуального указания на определенный предмет, они являются своеобразными скрепами в межъязыковой коммуникации. Все сказанное выше и определяет актуальность заявленной темы, а также интерес разных ученых (лингвистов, историков, этнографов, географов) к глубокому осмыслению собственных наименований.

Изучением имен собственных занимается ономастика, являющаяся междисциплинарной областью знания, исследования которой имеют огромное теоретическое и практическое значение. Этот раздел языкознания является комплексной лингвистической дисциплиной, имеет собственный круг вопросов и методов исследования. Онимы интересовали еще древнегреческих, древнеегипетских и древнеримских ученых. Хрисипп, живший в III в. до н.э., уже выделял их в особый класс слов. Но, несмотря на то, что имена собственные и связанные с ними проблемы занимали еще ученых древности, говорить о ней, как о самостоятельной науке можно только с первой половины XX века. Русская ономастика активно начала развиваться в 60-х годах XX века. Именно в этот период формируется эмпирическая основа отечественной науки об именах собственных. Пристальное внимание советских ученых в эти годы привлекают, прежде всего, антропонимы и топонимы. В этот период выходит ряд работ, посвященных географическим названиям: «Краткий очерк топонимики как географической дисциплины» Маракуева А.И. [4], Краткий топонимический словарь Никонова В.И. [5], «Географические названия» Попова А.И. [6] и ряд других. Антропонимическая лексика изучалась такими учеными, как Соболевский А.И., Селищев А.М., Суперанская А.В. [11] и др.

По своей структуре ономастика неоднородна. В зависимости от характера называемых объектов она включает в себя несколько разделов. Традиционно выделяют следующие:

Раздел	Объект изучения	Примеры
Антропонимика	имена, фамилии, прозвища людей	<i>Добрыня, Шариков, Илья Муромец, Мария, Евдокия</i>
Топонимика	названия географических объектов	<i>Елец, Липецк, Ойконим, Дон</i>
Зоонимика	клички животных	<i>Мурка, Шарик, Сокол, Сивко</i>
Космонимика	собственные имена зон космического пространства, галактик, созвездий, частей созвездий	<i>Янус, Рея, Млечный Путь, туманность Андромеды</i>
Теонимика	собственные имена богов	<i>Виктория, Минерва, Марс</i>
Прагматонимика	наименования товаров, например парфюмерной продукции (парфюмонимы) или конфет (чоконимы)	<i>йогурт «Растушка», шоколад «Аленка», духи «Красная Москва»</i>
Эргонимика	названия деловых объединений людей	<i>магазин «Ольга», аптека «София», парикмахерская «Мария»</i>

Кроме этого внутри каждого раздела выделяются более мелкие наименования. Так, внутри топонимики исследователи различают: агоронимы – названия площадей, оронимы – гор, годонимы – улиц, гидронимы – рек и др. Следовательно, ономастическая лексика присутствует повсюду, отражая разнообразие окружающего мира. Справедливо замечет В. Д. Бондалетов, что «ономастический материал составляет значительную часть лексики любого высокоразвитого языка и заслуживает того, чтобы его изучали, как изучают язык, географию, историю и другие общественные и естественные науки» [1, с. 3]. Это дает возможность познакомить ребенка с языковой картиной мира, выделив и обозначив ее основные фрагменты – человек, пространство, предмет, событие, город, животное.

Знакомство с онимами как важнейшим компонентом языка осуществляется в ходе изучения многих школьных дисциплин: литература, география, астрономия, история, обществознание и др. Однако главная роль отводится урокам русского языка, поскольку именно в языке максимально ярко проявляется самобытность русской именной системы, способствующая формированию лингвокультурологической компетенции [2].

В школьной практике имена собственные целенаправленно рассматриваются на уроках русского языка. При этом отметим, что как самостоятельный раздел ономастика не изучается. В данной статье рассмотрим, как представлен материал по обозначенной проблеме в школьных учебниках, с какими разделами он рассматривается, отметим эффективные формы и приемы работы в процессе изучения школьниками имен собственных в 5 классе.

Для анализа мы выбрали учебник по русскому языку для 5 класса [8,9], который входит в линию учебно-методического комплекса Т.А. Ладыженской, М.Т. Баранова, С.Г. Бархударова и др. Программа построена с учетом принципов системности, доступности и научности, а также преемственности и перспективности между различными разделами языка: фонетика и графика, лексика и фразеология, морфемика и словообразование, морфология и орфография, синтаксис и пунктуация. Выше было отмечено, что ономастика как самостоятельный раздел не рассматривается, соответственно и термин «ономастика» в учебнике не используется. На наш взгляд, это не совсем оправдано с научной и методической точки зрения. Возрастные особенности пятиклассников вполне позволяют ввести в обиход данное понятие наряду с наименованиями других разделов лингвистики: фонетика, морфемика, морфология и т.п., которые представлены в школьном учебнике. Безусловно, введение данного понятия расширило бы содержание курса русского языка, формируя представление о системном характере языковых единиц. И сделать это возможно при изучении собственных и нарицательных имен существительных.

Для определения разделов и тем, среди которых рассосредоточены сведения об ономастической лексике, необходимо было проанализировать содержание как теоретического, так и практического материала выбранного учебника. В результате мы определили, что ономастика представлена практически во всех изучаемых в 5-ом классе языковых разделах:

1. Морфология. Имена существительные собственные и нарицательные (§ 89)
2. Морфология. Имена существительные, которые имеют форму только множественного числа (§ 91)
3. Морфология. Падеж имен существительных (§ 92)
4. Орфография. Правописание гласных в падежных окончаниях существительного единственного числа (§ 95)
5. Синтаксис. Предложения с обращениями (§ 39). Прямая речь (§ 45). . Однородные члены (§ 37)
6. Графика. Алфавит (§ 54-55)
7. Морфемика. Суффикс (§ 74)
5. Развитие речи. Речевой этикет (§ 39-40)

В 5 класса в ходе освоения основных свойств существительного как части речи вводятся понятия «собственные имена существительные» и «нарицательные имена существительные» (§ 89). Без излишней для пятиклассников терминологии акцент делается на классифицирующем признаке, по которому происходит их противопоставление: «название однородных предметов» и «название единичных предметов». На наш взгляд, это способствует формированию ясности в усвоении данных лингвистических категорий. Кроме этого, в учебнике содержится важное указание: «к собственным именам существительным также относятся названия исторических событий, картин, кинофильмов, спектаклей, предприятий, клички животных, а для обозначения единичных предметов могут использоваться не только отдельные слова, но и устойчивые словосочетания» [9, с.59].

Следовательно, в школьной практике рассматриваются и разграничиваются понятия «имена собственные» и «собственные наименования».

Под именами собственными в узком смысле понимаются антропонимы (*Александр Сергеевич Пушкин, Владимир Красное Солнышко*), топонимы (*г. Елец, р. Быстрая Сосна*), зоонимы (*Мурка, Пушок*), космонимы (*Марс, Кассиопея*). В онимах этого разряда все слова в составе многочленного онима пишутся с прописной буквы. Это медленно пополняемый и лексически ограниченный пласт ономастической лексики. К собственным наименованиям относят названия исторических событий (*Ледовое побоище*), праздников (*Международный женский день*), объединений и организаций («*Общество защиты прав потребителей образовательных услуг*»), журналов («*Все звезды*»), газет («*Красное знамя*») произведений искусства (картина «*Избиение невинных*»), промышленных товаров (одеколон «*Русский лес*») и т. д. В этом случае с прописной буквы пишется только первое слово многокомпонентного онима. Во избежание орфографических ошибок школьники должны четко усвоить это деление, а в случае затруднения обращаться к специализированным словарям и справочникам [3].

Отметим, что при рассмотрении имен собственных представлены разные упражнения, которые формируют как лингвистическую, так и коммуникативную компетенцию: запишите в алфавитном порядке восемь фамилий с именами и отчествами любимых писателей, поэтов, композиторов, артистов, художников (упр. 528); спишите и подчеркните имена собственные (упр. 529, 534); выпишите имена собственные из книги, которую сейчас читаете (упр. 533); приведите примеры названий событий, произошедших в истории нашей родины (упр. 530); придумайте фамилии, связанные с вашими занятиями, играми (упр. 531) и др. Выделим упр. 535, 536, которые формируют умения классифицировать имена собственные по общему наименованию: клички животных, фамилии, имена, отчества; названия рек, городов, озер. Таким образом, школьники знакомятся с антропонимами, топонимами, зоонимами, гидронимами, но без упоминания данных научных понятий.

Упр. № 539 учит не только разграничивать имена собственные и нарицательные, но и формирует орфографические умения, связанные с написанием имен собственных с заглавной буквы, а также с употреблением кавычек, когда речь идет о заглавии книг, журналов, газет, картин, кинофильмов, спектаклей, фабрик, и т.д. При изучении грамматической категории числа в учебнике рассматриваются географические наименования, которые имеют форму только множественного числа (§ 91). Школьникам предлагают составить предложения с указанными на карте топонимами: *Холмы, Горы, Озера, Новоселки, Белые Колодези, Сенницы, Сосновка*, и др. [9, с.62]. Следовательно, выбор содержания дидактического материала, как и сама формулировка заданий, представленная в учебнике, предоставляет учителю возможность организовать работу в разных направлениях, способствуя развитию различных компетенций одновременно.

При знакомстве с правописанием падежных окончаний существительных в текстах упражнений (566, 570, 583) присутствуют имена собственные. Это не только наименования географических объектов (*Псков, Севастополь, Москва, Томск, Крым, Калуга, Кавказ, Камчатка, Урал, Сибирь и др.*), но и антропонимы. В теме «Правописание гласных в падежных окончаниях существительных в единственном числе» пятиклассники получают информацию как о правописании, так и о вариативности русских личных имен (упр. 579, 582, 583). Это способствует не только расширению словарного запаса и обогащению речи, но и доказывает, что имена собственные являются «полноправными» компонентами языковой системы.

Художественные произведения, используемые в текстах упражнений, выступают одним из источников изучения ономастики на уроках русского языка. В процессе работы с текстом происходит развитие чувства языка, приобщение школьников к национальной культуре. Следовательно, формированию лингвокультурологической компетенции способствует работа с содержанием материала упражнений. Это тексты о Бородинском поле,

Берестяных грамотах, Арктике, шапке Мономаха, Московском Кремле и др. Благодаря этому создает определенный культурный фон, помогая пятиклассникам осознать, что язык - отражение культура народа.

В разделе «Синтаксис» также представлена ономастическая лексика. Так, при изучении предложений с обращением актуализируется материал об обращении по имени отчеству и другие формы обращения (полное, неполное имя) в соответствии с разными речевыми ситуациями. При этом акцент делается на противопоставление официального обращения по фамилии: *товарищ Иванов*, а также употребления фамилии с инициалами в письменной речи: *Иванов И.И.* разговорным вариантам: использованию имени-отчества в официальной обстановке при вежливом обращении: *Иван Иванович* и в условиях непринужденного общения - одного имени, причем чаще его сокращенного варианта: *Иван, Ваня*, интимно-ласковых: *Ванечка, Ванюша, Ванюшка*, а также стилистически сниженных: *Ванька, Ванюха*. Выбор вариантов имен отражает и возрастные черты собеседников (к старшим обычно обращаются по имени-отчеству), и распределение между ними социальных ролей (к должностным лицам не принято обращаться в фамильярной форме). В качестве примера приведем упражнение с заданием «Как уместно обратиться к молодому врачу Николаю Ивановичу Рыбакову, называя его: Николай Иванович, Коля, господин Рыбаков? (перечисляются разные ситуации обращения)». Следует выделить упражнение 227, в котором необходимо составить пять предложений с различными обращениями, адресованными одному лицу (по фамилии, имени и отчеству, с уменьшительно-ласкательной окраской). В упр. 225 пятиклассникам представляется возможность составить предложения с обращениями к незнакомому человеку в следующих ситуациях: вы хотите узнать дорогу, вы просите продавца приказать товар, вы спрашиваете, который час. Подобные задания формируют коммуникативную компетенцию в соответствии с возрастными особенностями пятиклассников, способствуя развитию коммуникативных универсальных учебных действий: находить выход из спорных ситуаций, принимать решения, правильно формулировать и ставить вопросы, четко и полно выражать мысли и др.

При изучении предложений с однородными членами присутствуют топонимы: они используются в качестве дидактического материала при объяснении данной темы [8, с.99]. В ходе изучения распространенных и нераспространенных предложений внимание пятиклассников сосредотачивается на именах героев русской сказки (упр. 181). Школьникам предлагается распространить предложения, воспользовавшись заготовками: *Летит Баба-Яга. Злится Кощей Бессмертный. Василиса прекрасна. Иван-царевич борется. Чудо-юдо страшно*. При повторении предложений с прямой речью приводятся цитаты писателей Л. Н. Толстого и М. Горького о русском языке. Они используются для объяснения, как разграничивать собственно прямую речь и слова автора [8, с.123-124].

В разделе «Графика» ономастическая лексика также находит отражение в учебнике. Пятиклассникам предлагается расположить названия книг в алфавитном порядке по фамилии авторов (упр. 305), составить алфавитный список учеников, фамилии которых начинаются на букву *К*: *Качкин, Качалов, Карачаров, Куняев, Кутепов, Квасцов, Карпинский, Кошкин, Котёночкин, Кулагин* (упр. 308).

В разделе «Морфемика» при изучении суффиксов с использованием русских топонимов отрабатываются элементы словообразовательного анализа (упр. 441, 448). Пятиклассникам предлагается записать названия жителей города, областного центра, других городов, обратив внимание на разницу в их правописании (название города с прописной, наименование жителя со строчной: *Рязань – рязанец*). В качестве упражнения повышенной сложности - называть жителя *Варшавы, Белгорода, Киева, Минска, Женева, Монако* (упр. 448). На уроках русского языка подобные задания можно дополнить проведением работы по установлению, от какого слова могло образоваться то или иное название (населенного пункта, фамилия, имя, кличка животного) и почему оно могло возникнуть, т.е. выявить внутреннюю форму, образ или идею, положенную в основу номинации и «задающие

определенный способ построения заключенного в данном слове концепта» [7, с.29-30]. Это будет способствовать повышению мотивации, надолго привлечет внимание школьников. Занимаясь этим видом работы, необходимо использовать методы ономастических исследований, в частности, описательный, лингвopsихологический, семиотический, исторический, (сравнительно-исторической) и сравнительно-сопоставительный. Топонимическое изучение целесообразно начать с родных мест – исследовать происхождение названий города, улиц, рек, прудов, лесов. При этом можно организовать данную работу в виде проектной деятельности. Также учащимся можно предложить составить генеалогическое древо фамилий семьи, а при желании исследовать их возникновение и распространение.

Целесообразно провести с пятиклассниками исследование, направленное на выявление популярных имен в наши дни. При том следует обратить внимание на то, чем должны руководствоваться родители, выбирая имя своему ребенку.

В результате анализа школьного учебника мы пришли к следующему выводу: для формирования практических умений и навыков используются упражнения различного типа:

- аналитические – формируют умения видеть в тексте и правильно писать имена собственные и собственные наименования. Они составляют большую часть.
- синтетические – способствуют умению группировать и классифицировать имена собственные. Однако их число незначительно, а потенциал достаточно велик в развитии разных видов компетенций.
- речевые – формируют умения употреблять имена собственные в речи.

Задания творческого и проблемного характера не нашли должного отражения в школьном учебнике. Их следует вводить в соответствии с возрастными особенностями и индивидуальными возможностями школьников. Такую работу можно организовать через проектную деятельность, в том числе на уроках родного русского языка. Для более глубокого осмысления ономастики целесообразно увеличить долю речевых и творческих заданий, организовать работу с разными видами онимов, возможно, познакомив с научной терминологией. Если рассматривать ономастическую лексику по группам, то наиболее представлены в школьных учебниках антропонимы, называющие имена, фамилии, отчества, псевдонимы и прозвища людей, второе место занимают топонимы, также встречаются зоонимы и космонимы.

Кроме этого, изучение имен собственных расширяет кругозор, развивает коммуникативные способности, позволяет углубить знания в области этимологии слов, истории и географии. Однако проведенный анализ доказывает, что материал учебника при изучении имен собственных направлен, в первую очередь, на формирование лингвистической компетенции, на развитие умений безошибочно писать и употреблять в речи имена собственные, что в значительной степени сужает осмысление ономастики как раздела науки о языке. Проведение интегрированных уроков, использование межпредметные связей будет способствовать повышению мотивации в изучении русского языка, а также интереса к «тайнам» русского слова.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бондалетов В.Д. Русская ономастика: Учебное пособие для студентов педагогических институтов. М.: Просвещение, 1983. 224 с.
2. Лебедева Е.С. Уроки ономастики: научный поиск и творчество учащихся // Русский язык в школе. 2000. № 2.
3. Лопатин В. В. Прописная или строчная? : орфографический словарь: более 20 000 слов и словосочетаний / В. В. Лопатин, И. В. Нечаева, Л. К. Чельцова; Рос. акад. наук. Москва: Эксмо, 2011. 506 с.
4. Маракуев А. В. Краткий очерк топонимики как географической дисциплины / А. М. Маракуев // Учен. записки Казах. ун-та: Сер. «Геология и география». Алма-Ата, 1954. Т.18,

Вып. 2. С. 29–72.

5. Никонов В. А. Краткий топонимический словарь / В. А. Никонов; М.: Мысль, 1966. 509 с.

6. Попов А. И. Географические названия (Введение в топонимику) /А. И. Попов. М.; Л.: Наука, 1965.182 с.

7. Посохин А.А. Проблемы соотношения лексемообразования и словообразования : монография / А.А. Посохин; Брест.гос.ун-т имени А.С.Пушкина.- Брест: БрГУ, 2010, 163с.

8. Русский язык. 5 класс. Учеб. для общеобразоват. организаций. В 2 ч. Ч.1 / [Т.А. Ладыженская и др.]. 2-е изд. М.: Просвещение, 2020. 223 с.

9. Русский язык. 5 класс. Учеб. для общеобразоват. организаций. В 2 ч. Ч.2 / [Т.А. Ладыженская и др.]. 2-е изд. М.: Просвещение, 2020. 207 с.

10. Свотина К.В., Картавая Ю.К. Актуальность изучения ономастики в школе // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. 2015. №2 (6). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-izucheniya-onomastiki-v-shkole> (дата обращения: 19.02.2023).

11. Суперанская А. В. Общая теория имени собственного / А. В. Суперанская; М.: Наука, 1973. 366 с.

REFERENCES

1. Bondaletov V.D. Russkaya onomastika: Uchebnoe posobie dlya studentov pedagogicheskikh institutov. M.: Prosveshchenie, 1983.224 s.

2. Lebedeva E.S. Uroki onomastiki: nauchnyy poisk i tvorchestvo uchashchikhsya // Russkiy yazyk v shkole. 2000. № 2.

3. Lopatin V. V. Propisnaya ili strochnaya? : orfograficheskiy slovar': bolee 20 000 slov i slovosochetaniy / V. V. Lopatin, I. V. Nechaeva, L. K. Chel'tsova; Ros. akad. nauk. Moskva: Eksmo, 2011. 506 s.

4. Marakuev A. V. Kratkiy ocherk toponimiki kak geograficheskoy distsipliny / A. M. Marakuev // Uchen. zapiski Kazakh. un-ta: Ser. «Geologiya i geografiya». Alma-Ata, 1954.Т.18, Вып. 2. S. 29–72.

5. Nikonov V. A. Kratkiy toponimicheskiy slovar' / V. A. Nikonov; М.: Mysl', 1966. 509 s.

6. Popov A. I. Geograficheskie nazvaniya (Vvedenie v toponimiku) /A. I. Popov. М.; Л.: Nauka, 1965.182 s.

7. Posokhin A.A. Problemy sootnosheniya leksemoobrazovaniya i slovoobrazovaniya : monografiya / A.A. Posokhin; Brest.gos.un-t imeni A.S.Pushkina.- Brest: BrGU, 2010, 163s.

8. Russkiy yazyk. 5 klass. Ucheb. dlya obshcheobrazovat. organizatsiy. V 2 ch. Ch.1 / [Т.А. Ladyzhenskaya i dr.]. 2-е изд. М.: Prosveshchenie, 2020. 223 s.

9. Russkiy yazyk. 5 klass. Ucheb. dlya obshcheobrazovat. organizatsiy. V 2 ch. Ch.2 / [Т.А. Ladyzhenskaya i dr.]. 2-е изд. М.: Prosveshchenie, 2020. 207 s.

10. Svatina K.V., Kartavaya Yu.K. Aktual'nost' izucheniya onomastiki v shkole // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Gumanitarnye issledovaniya. 2015. №2 (6). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-izucheniya-onomastiki-v-shkole> (data obrashcheniya: 19.02.2023).

11. Superanskaya A. V. Obshchaya teoriya imeni sobstvennogo / A. V. Superanskaya; М.: Nauka, 1973. 366 s.

Информация об авторах

М.С. Гладышева – кандидат педагогических наук, доцент;

Е.А. Сотникова – кандидат филологических наук, доцент.

Information about the authors

M.S. Gladysheva – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor;
E. A. Sotnikova – Candidate of Philological Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Алина Радиковна Магалимова¹, Альбина Ринатовна Нафикова²

^{1,2}Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, Уфа, Россия

¹amagalimova99@mail.ru

²nafikova.a.r@bspu.ru

Автор, ответственный за переписку: Алина Радиковна Магалимова, amagalimova99@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ VR-РАЗРАБОТКИ VARWIN EDUCATION В ОБУЧЕНИИ ИНФОРМАТИКЕ

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможности платформы Varwin Education для разработки образовательных VR-проектов. В качестве примера приводится демонстрация созданного VR-тренажера по информатике на тему «Устройства компьютера и их функции».

Ключевые слова: виртуальная реальность, конструктор VR-приложений, обучение информатике.

Alina R. Magalimova¹, Albina R. Nafikova²

^{1,2} Bashkir State Pedagogical University n.a. M. Akmulla, Ufa, Russia

¹amagalimova99@mail.ru

²nafikova.a.r@bspu.ru

Corresponding author Alina R. Magalimova, amagalimova99@mail.ru

USING THE VARWIN EDUCATION VR DEVELOPMENT PLATFORM IN COMPUTER SCIENCE EDUCATION

Annotation. This article discusses the possibilities of the Varwin Education platform for the development of educational VR projects. As an example, a demonstration of the created VR simulator in computer science on the topic «Computer devices and their functions» is given.

Keywords: virtual reality, VR application constructor, computer science education.

По мере развития информационных компьютерных технологии все сферы человеческой деятельности вышли на новый уровень развития, в том числе и сфера образования. Ярким примером таких информационных компьютерных технологий является виртуальная реальность.

Виртуальная реальность смогла выйти за пределы индустрии развлечений и основаться не только в сфере образования и медицины, но и во многих других областях человеческой деятельности.

Виртуальная реальность – модельная трехмерная (3D) окружающая среда, создаваемая компьютерными средствами и реалистично реагирующая на взаимодействие с пользователями [1].

Объекты и субъекты в виртуальном мире влияют на человека через его ощущения: зрение, слух, чувства равновесия в пространстве. Она полностью отделяет человека от реальности с помощью VR-шлемов, наушников, джойстиков и заменяет ее симуляцией.

Автором термина «Виртуальная реальность» является Джарон Ланье, ученый в области визуализации данных и биометрических технологий [2].

Первые попытки внедрения виртуальной реальность в российских государственных образовательных учреждениях, по словам Александра Пикулева, руководителя направления

Varwin Education, пришли на 2016-2017 гг.

Целью подобного эксперимента являлось повышение качества образования. Подобная технология – это отличная возможность повысить вовлечение учащихся в образовательный процесс, а также развития познавательного интереса.

Для разработки и последующего использования VR-приложений в учебном процессе по различным предметам можно использовать платформу Varwin Education.

Varwin Education – инструмент для создания и управления VR-мирами, развивающие навыки программирования с помощью редактора логики Blockly.

Выделим главные особенности Varwin Education:

1. Программировать виртуальные миры и VR-проекты смогут ученики 5-11 классов. Простая и интуитивно понятная платформа схожа по своей концепции программирования с Minecraft и Roblox.

2. Предусмотрены методические пособия для педагогов, а также инструкции с тренировочными модулями. Полностью готовый VR-проект для запуска можно создать всего за 3-4 дня.

3. Создавать 3D-контент и запускать его в виртуальных реальностях можно с помощью базового ПК. Все, что требуется – наличие любой из гарнитур VR.

Varwin Education включает в себя следующие элементы:

- 3D-редактор сцен (рис. 1) для создания виртуальных миров с объектами из библиотеки (рис. 2);

- визуальный редактор логики Blockly для построения интерактивных сценариев (рис. 3);

- встроенные библиотеки для создания VR-проектов по предметам;

- доступ к учебной программе в текстовом и видео-формате для старта Varwin Education.

Самым явным преимуществом Varwin Education является наличие визуального редактора Blockly, позволяющий создавать учебные проекты без знания языков программирования.

С помощью Varwin Education учителя могут:

- освоить VR-программирование;
- научить VR-программированию учащихся;
- создавать собственные обучающие уроки по любому предмету.

С помощью Varwin Education учащиеся могут:

- получить навыки профессии VR-разработчика;
- создавать собственные VR-проекты [3].

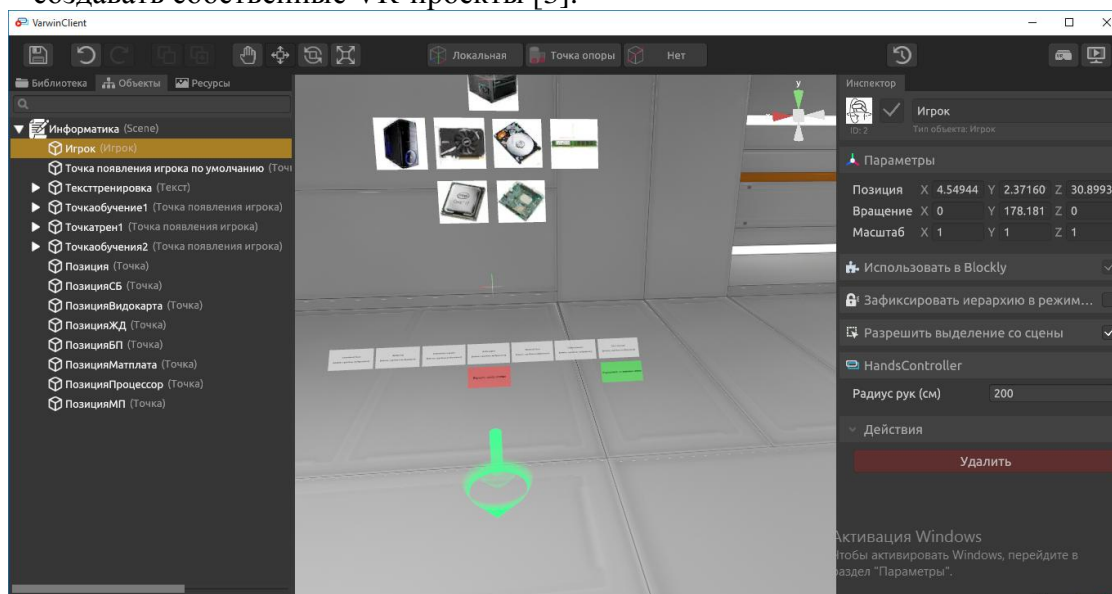


Рис. 1. 3D-редактор сцен

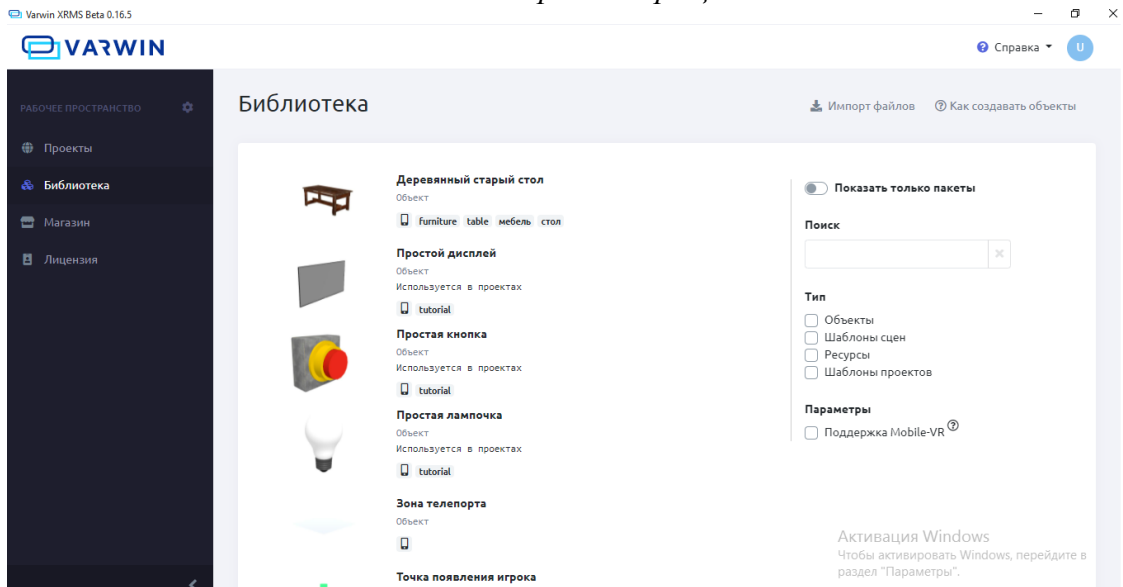


Рис. 2. Библиотека объектов

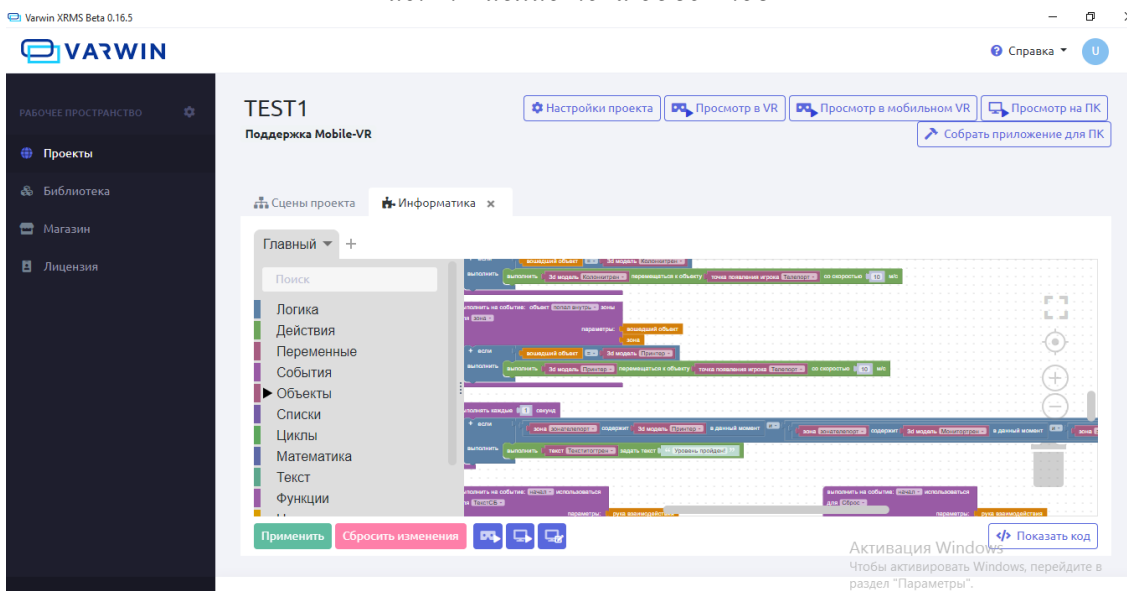


Рис. 3. Редактор логики Blockly

Продemonстрируем VR-проект по информатике на тему «Устройства компьютера и их функции» для учащихся 7-ых классов, разработанный на платформе Varwin Education.

Данный проект представляет собой тренажер, включающий два режима: «Обучение» и «Тренировка» (рис. 4).

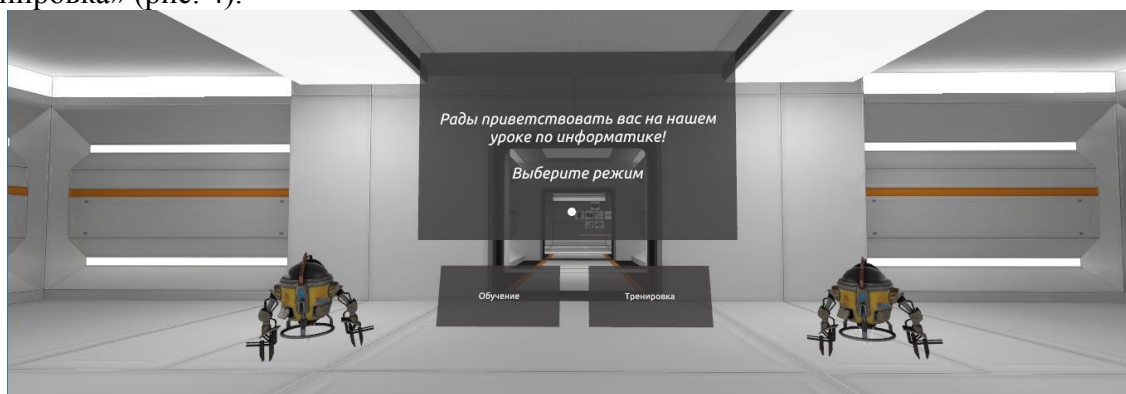


Рис. 4. Выбор режима

В режиме «Обучение», нажимая на определенный объект, учащиеся знакомятся с различными устройствами компьютера (рис. 5).

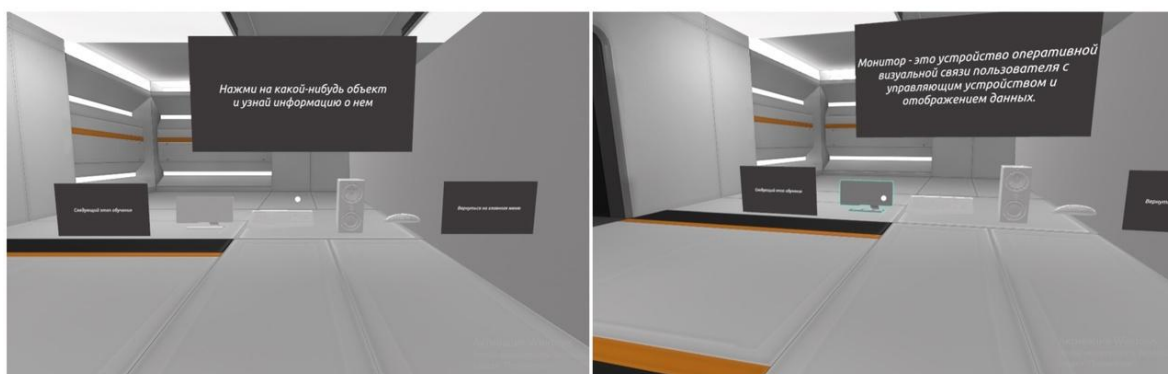


Рис. 5. Вывод информации о выбранном устройстве компьютера в режиме «Обучение»

Далее, выбирая на панели определенное устройство, учащийся видит визуальное его представление (рис. 6).

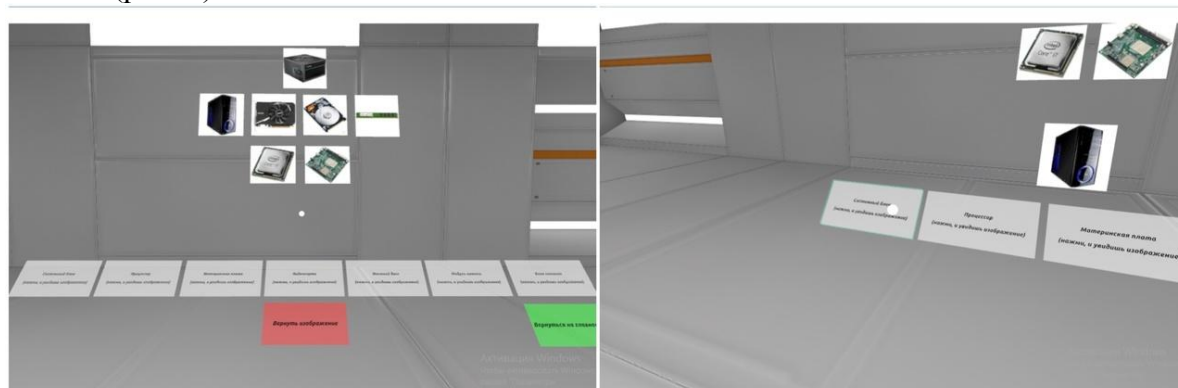


Рис. 6. Визуальное представление выбранного устройства компьютера в режиме «Обучение»

В режиме «Тренировка» учащимся необходимо выбрать устройства ввода и вывода информации и поместить их в зону. В случае, верного прохождения уровня на панели высветится сообщение «Ты прошел уровень!» (рис. 7).



Рис. 7. Работа в режиме «Тренировка»

Таким образом, использование технологии виртуальной реальности, а именно, конструктора Varwin Education позволит разнообразить и улучшить учебный процесс, сделать его вовлекающим и интересным для учащихся. Помимо всего прочего, работа на данной платформе может оказать влияние и на выбор будущей профессиональной

деятельности учащихся, связанной с разработкой VR-приложений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Словарь Кольера [Электронный ресурс]. URL: <https://slovar.cc/rus/koler/1560442.html> (дата обращения: 3.02.23)
2. Центр визуализации и виртуальной реальности для науки и образования [Электронный ресурс]. URL: <http://ve-group.ru/3dve-resheniya/obrahovanic-1-nauka/> (дата обращения: 3.02.23)
3. Varwin [Электронный ресурс]. URL: <https://varwin.com/ru/> (дата обращения: 3.02.2023)

REFERENCES

1. Collier's Dictionary [Electronic resource]. URL: <https://slovar.cc/rus/koler/1560442.html> (accessed: 3.02.23)
2. Center for Visualization and Virtual Reality for Science and Education [Electronic resource]. URL: <http://ve-group.ru/3dve-resheniya/obrahovanic-1-nauka/> (accessed: 3.02.23)
3. Varwin [Electronic resource]. URL: <https://varwin.com/ru/> (accessed: 3.02.2023)

Информация об авторах

А.Р. Магалимова – студент;

А.Р. Нафикова – кандидат физико-математических наук, доцент.

Information about the authors

A.R. Magalimova – Student;

A.R. Nafikova – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor.

УДК 378.2

Ирма Рашитовна Тагариева, Дина Раульевна Фатхулова

^{1,2}Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмиллы, Уфа, Россия

¹*irma_levina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1648720X>*

²*dina_fdr@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5566-1864>*

ЦИФРОВОЕ НАСТАВНИЧЕСТВО В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация. В статье описывается программа повышения квалификации для учителей сельских и малокомплектных школ, разработанная в рамках государственного задания Министерства Просвещения по цифровизации, а также представлены алгоритмы работы с наставниками в области цифровизации образования.

Ключевые слова: Цифровизация образования, наставник, опрос, программа повышения квалификации, учителя сельских и малокомплектных школ

Irma Rashitovna Tagarjeva¹, Dina Fatkhullova²

^{1,2}*Bashkir State Pedagogical University named after M.Akmulla, Ufa, Russia*

¹*irma_levina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1648720X>*

²*dina_fdr@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5566-1864>*

DIGITAL MENTORING IN THE SYSTEM OF ADDITIONAL PROFESSIONAL PEDAGOGICAL EDUCATION

Annotation. The article describes a professional development program for teachers in rural and ungraded schools, developed as part of the state task of the Ministry of Education on digitalization, and also presents algorithms for working with mentors in the field of digitalization of education.

Keywords: digital education, mentor, survey, professional development program, village teachers teachers of ungraded schools

В настоящее время традиционно стабильный социальный институт – система образования претерпевает большие изменения. Меняется классическая методологическая база преподавания, что ведет к появлению новых форм и технологий обучения, и обусловлено активным применением цифровых и интернет технологий в школе. Все эти изменения ведут к появлению цифровой образовательной среды школы, в том числе сельской. Можно сказать, что необходимость создания цифровой образовательной среды школы обусловлена современными тенденциями в образовании.

Процессы становления цифровой экономики в России требуют соответствующей ориентации в профессиональной подготовке учителей в области современные цифровых технологий. Учитель нового поколения должен в полной мере обладать ИТ-компетенциями, на базе которых в последующем у него формируется «цифровая компетентность» [1, с. 6]

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) уже стали неотъемлемой частью жизни современного общества. Цифровизация объективно необходима современной школе, чтобы сделать процесс образования более гибким, приспособленным к реалиям сегодняшнего дня и сформировать конкурентоспособных профессионалов в нарождающемся «цифровом мире». При этом особая ответственность по формированию и совершенствованию цифровых навыков, цифровой культуры современного поколения ложится на все педагогическое сообщество, которое считается недостаточно мобильным,

менее адаптированным к новейшим вызовам времени в отличие от своих учеников. Современному педагогу, как никогда необходимы системные знания и навыки, новые профессиональные компетенции, определяющие его цифровую культуру и позволяющие уверенно использовать новые цифровые технологии и инструменты на своем уроке.

Цифровизация образования влечет за собой реорганизацию не только учебно-методической работы, но и управления образовательным учреждением, повышение требований, как к педагогическим работникам, так и к руководителю школы. Достичь поставленной цели возможно при создании цифровой образовательной среды в каждом образовательном учреждении.

Цифровая образовательная среда школы содержит в себе набор информационных ресурсов и систем, позволяющих обеспечить решение различных образовательных задач.

Понятие цифровой образовательной среды школы рассматривается во многих работах^{1 2}. ЭОС вуза предоставляет учителям и обучающимся новые возможности, которые связаны с использованием цифровых и интернет технологий.

Исследователи этого вопроса пишут, что совершенствование образовательного процесса сельских и малокомплектных школ является актуальной темой научных исследований и направление разработок в области новых средств цифровой дидактики. [2, с. 220]. Изучение практики работы учителей сельских школ свидетельствуют о том, что сегодня необходимы исследования в области научно-методического сопровождения сельского учителя особенно тех, которые направлены на выявление специфических условий формирования информационно-коммуникационных компетенций сельского учителя. Опыт работы с сельскими учителями показывает, что применение цифровых технологий в сельской школе затрудняется в связи с недостаточным владением педагогами ИТ-компетенциями. И, к сожалению, использование педагогами глобальной сети Интернет и материалов, которые там имеются в большом количестве, не помогает. Необходима планомерная и системная работа с учителями сельских школ по освоению новых цифровых и интернет технологий.

Проект «Исследование и разработка методических рекомендаций по применению современных цифровых и интернет-технологий на примере сельских и малокомплектных школ в части обеспечения качественного образовательного процесса» ведется коллективом Башкирского государственного педагогического университета под руководством научного руководителя НИИ СРО д.п.н., профессора Р.М.Асадуллина.

Данный проект реализуется с 2021 года. Проект объединяет усилия различных структурных подразделений вуза. Временный творческий коллектив составляет 14 человек.

Одной из задач 2022 года стала реализация системы цифрового наставничества. В преддверии года педагога, года наставника участие в проекте Научно-исследовательского института стратегии развития БГПУ им.М.Акмуллы очень своевременно и актуально.

Для работы по данному направлению была разработана и апробирована программа повышения квалификации для учителей сельских школ «Цифровые и интернет технологии в профессиональной деятельности учителя».

Перед разработкой программы был проведен опрос на ресурсе <https://bashdict.ru/> (весна 2022, всего 1280 ответов участников) с целью выявления уровня осведомленности и применения учителем отечественных цифровых инструментов и платформ.

Проведя исследование в области информационных технологий, применяемых в образовании, было выявлено, что мало кто использует программные продукты и web-сервисы, разработанные российскими разработчиками, а большинство и не знают о

¹ Коротенков Ю.Г. Информационная образовательная среда основной школы. – М.: Академия Айти, 2011. – 152 с.

² Водопьян Г.М., Уваров А.Ю. О построении модели процесса информатизации школы. – М.: Издатель, 2006. – 424 с.

существовании таких программ и тем более не используют их в образовательном процессе. Было получено 1280 ответов участников, из них 207 – сельские учителя. Тестирование показало, что в образовательном процессе для получения новых знаний люди чаще всего используют интернет (62%), книги, учебники (24%), социальные сети (14%). Так же было проанализирован процент участников, знающих, какие из программные продукты и web-сервисы являются российскими разработками.

Зачастую, в учебном процессе педагогам приходится использовать социальные сети, мессенджеры и средства связи. Разработанный в рамках проекта опросник содержал вопрос о том какие социальные сети, мессенджеры и средства связи используют учителя в образовательном процессе. И оказалось, что самой популярной программой является Zoom, которую пришлось экстренно освоить всем педагогам при переходе на дистанционный формат обучения в период пандемии в 2020 году.

Таким образом, анализ данных опроса подтвердил необходимость стимулирования педагогов для использования российского программного обеспечения в образовательном процессе. Курс для повышения цифровой грамотности сельских учителей, разработанный членами ВТК НИИ стратегии развития образования БГПУ им. М. Акмуллы, отвечает этой задаче. Данный курс состоит из 5 модулей: разработка презентации в сфере образования; видео-ресурсы для образовательного процесса; инструменты и технологии проведения опроса в образовании; социальные сети как перспективное средство для образовательного процесса; цифровая безопасность сети интернет.

Первый модуль «Разработка презентации в сфере образования» начинается с видеолекций «Разработка презентации в MS Power point. Инструменты для переходов и анимации» и «Российские офисные пакеты: Яндекс презентация, редактор презентаций (мой офис)». Модуль также включает в себя Пошаговую инструкцию по созданию презентации в MS Power Point, презентацию и тест по модулю - презентаций в сфере образования.

Второй модуль «Видео-ресурсы для образовательного процесса» состоит из видеолекции «Обзор и анализ цифровых сервисов для проведения вебинаров: Сферум; Звонки от Mail; Яндекс Телемост; Webinar Meetings; VideoMost», снабженной кратким резюме в pdf формате, презентацией и тестом по теме «Видеоресурсы для образовательного процесса».

Третий модуль «Как провести опрос для участников образовательного процесса: инструменты и технологии» включает в себя видеолекции по созданию опросов на примере сервисов Анкетолог, Яндекс Формы, Step Form с учебными тестами по каждому сервису для проверки усвоения учебного материала и завершается итоговым тестом по инструментам и сервисам.

Четвертый модуль «Социальные сети как перспективное средство для образовательного процесса» состоит из видеолекций «Социальные сети в образовательном процессе», «Инструменты для размещения и анализа информации на примере социальной сети Вконтакте», «Способы организации обмена информацией на примере социальной сети Вконтакте», «Способы организации и обмена информацией на примере мессенджера Телеграмм», «Использование встроенного видеоредактора для обработки образовательного видеоконтента». Каждая видеолекция завершается проверочным тестом.

Пятый модуль «Цифровая безопасность сети интернет» содержит видеолекцию о безопасной работе в сети Интернет и информационной гигиене для родителей и учеников, дополненные презентациями и тестами.

В разделе «Итоговая аттестация» имеется форум для слушателей, в котором предлагается ответить на вопросы по курсу для улучшения его содержимого и интерфейса, а также итоговый тест и итоговое задание на выбор:

- разработка презентации с использованием переходов и анимации в MS Power point/ Яндекс презентации;
- Запись онлайн урока с использованием сервисов Сферум/звонки от Mail/Яндекс

Телемост;

- создание опроса с помощью сервисов Анкетолог/ индексФормы/ StepForm;
- создание видеоролика с помощью встоенного редактора;
- создание группы в ВК/Телеграмм и наполнение ее контентом.

Обучающий курс был размещен на платформе института непрерывного профессионального образования «Вектор развития».

Программа повышения квалификации прошла апробацию сначала у наставников проекта – сельских учителей математики и информатики. Наставники выполнили все задания и полностью освоили курс, а также внесли ряд предложений, по результатам которых была произведена корректировка курса, которая затронула по большей части аттестационные материалы.

Проведена работа со всеми районами республики (54 района) по привлечению сельских учителей на курсы повышения квалификации «Цифровые и интернет технологии в профессиональной деятельности учителя», которая включала следующие этапы:

- очное (6 консультаций) и онлайн (24 консультации) консультирование и встречи с начальниками отделов образования районов и коллективами сельских школ республики Башкортостан;

- сбор заявок от сельских и малокомплектных школ республики (1200 человек) для последующего обучения сельских учителей на курсах повышения квалификации;

- прохождение обучения сельскими учителями (более 1000 человек), которое сопровождалось работой 24 наставников, подготовленных к работе и трудоустроенных в БГПУ.

В ходе реализации проекта была разработана и реализована система цифрового наставничества, которая включала:

- отбор и методическую работу с 36 наставниками из различных районов Республики Башкортостан, 24 каждый из которых работал с 40 сельскими учителями, распределенными в группы для координации и консультирования по вопросам прохождения курса повышения;

- проведение организационного и итогового вебинаров для наставников;

-разработку плана работы наставника, чек-листа, анкеты для сельских учителей и формы отчета работы наставника с сельскими учителями,

-создание Телеграмм-канала для координации работы с наставниками и сельскими учителями;

Работа с наставниками и учителями велась в дистанционном формате. Наставническая работа велась в три этапа:

Подготовительный этап, который включал составление плана работы наставника, создание группы в Ватцап, проведение организационного вебинара с учителями.

Основной этап, на котором был проведен мониторинг прохождения КПК учителями, индивидуальные консультации по телефону, консультирование в чатах Ватцап, Телеграмм-канале.

Заключительный этап на котором проводился сводный анализ анкет учителей, проведение итогового вебинара, предоставление отчетов о проделанной работе

Таким образом, проведенная с наставниками работа показала, что взаимодействие учителей с наставниками, а наставников с преподавателями и учеными (членами рабочей группы по проекту Госзадания Министерства просвещения) качественно повышает результативность при прохождении курса повышения квалификации в новом формате работы, который предполагает различные формы взаимодействия с сельскими учителями в части повышения уровня цифровой грамотности в условия в новой цифровой реальности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Асадуллин Р.М., Дорофеев А.В., Левина И.Р. Диагностика цифровых компетенций педагога. Педагогика и просвещение.2002. № 1, С. 1-17.
2. Штейнберг В. Э., Фатхулова Д.Р., Жилина С.Ф.Совершенствование образовательного процесса сельских и малокомплектных школ новыми средствами цифровой дидактики// Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. – 2021. – № 3(60). – С. 230-235.

REFERENCES

1. Asadullin R.M., Dorofeev V.N., Levina I.R., Diagnostika cifrovyyh kompetencij pedagoga. Pedagogika i prosveshchenie.2002. № 1, S. 1-17.
2. Shteinberg V. E., Fatkhulova D. R., Zhilina S. F. Improving the educational process of village and small-grade schools with new means of digital didactics // Bulletin of the Bashkir State Pedagogical University. M. Akmulla. Ufa, BSPU, 2021. No. 3(60). - P. 230-235.

Информация об авторах

И.Р. Тагариева – доктор педагогических наук, доцент;
Д.Р. Фатхулова – кандидат филологических наук, доцент.

Information about the authors

I.R. Tagarieva – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor;
D.R. Fathulova – Candidate of Philological Sciences, associate Professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Наталья Юрьевна Трушакова¹, Людмила Александровна Амирова²

¹ *Московский институт психоанализа, Москва, Россия*

² *Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмиллы, Уфа, Россия,*

¹ *ntru@bk.ru*

² *ms.amirova@yandex.ru*

Автор, ответственный за переписку: Людмила Александровна Амирова

ms.amirova@yandex.ru

КОУЧИНГ КАК ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОРГАНИЗАЦИИ

Аннотация. В статье изложены результаты использования коучингового сопровождения в виде специально разработанной программы с целью доказательства ее эффективности для решения проблемы повышения осознанности молодыми специалистами личностного потенциала собственного профессионального роста и развития. Важность уровня осознания и построение дальнейших профессиональных планов определена не только личностными аспектами, такими, как удовлетворенность от процесса и результатов труда, желанием достигать высоких результатов и т.п. Проблема профессионального роста и развития детерминирует экономическую эффективность отраслей производства и влияет на уровень национальной безопасности страны.

Ключевые слова: профессиональный рост, сопровождение профессионального развития, карьера, коучинг, коуч, наставник

Natalia Yu. Trushkov¹, Lyudmila A. Amirova²

¹ *Moscow Institute of Psychoanalysis, Moscow, Russia*

² *Bashkir State Pedagogical University named after M.Akmulla, Ufa, Russia,*

¹ *ntru@bk.ru*

² *ms.amirova@yandex.ru*

Corresponding author: Lyudmila Alexandrovna Amirova

ms.amirova@yandex.ru

COACHING AS THE PSYCHOLOGICAL PEDAGOGICAL INSTRUMENT OF THE DEVELOPMENT OF YOUNG SPECIALISTS IN ORGANIZATION

Abstract. In the article they describe the results of using the coaching support in the form of specially designed program in order to prove the effectiveness for the solving of the problem of increasing of the awareness of the personal potential of their own professional growth and development by the young specialists. The importance of the awareness level and making of further professional plans is defined not only by the personal aspects, such as the satisfaction from the process and the results of work, the desire to reach great results, etc. But also, the problem of professional growth and development determines the economical effectiveness of the industries of production and influences on the level of the national security of the country.

Key words: professional growth, professional development support, career, coaching, coach, mentor (or tutor, instructor)

Исследование спектра проблем профессионального развития молодых специалистов в организации чрезвычайно востребовано в постоянно меняющихся, отличающихся высокой степенью неопределенности условиях развития производственных процессов во всех

отраслях экономики. Одна из таких проблем – поиск и апробация эффективных инструментов сопровождения молодых специалистов с целью достижения ими необходимого и достаточного уровня осознанности собственного личностного потенциала для профессионального развития, роста и продвижения [1]. Теоретические исследования позволяют сделать вывод о том, что российская экономика и бизнес испытывают нехватку профессионально мобильных молодых специалистов, владеющих умениями и навыками построения профессиональных планов собственного развития, демонстрирующих волевые качества для реализации этих планов, умеющих использовать личностные ресурсы для профессионального роста. Решение данной проблемы находится в исследовательском поле социологии труда, социальной и организационной психологии и педагогики профессионального образования, локализуясь в пространстве теоретических и практических «пересечений» [2].

Понимание того, насколько важен как для самой личности, так и для работодателя факт профессионального развития специалиста и его динамика, берет начало в работах французского индустриального психолога Альфреда Бине, опубликованных в начале XX века, и на его первую половину пришлось большое количество опубликованных работ как в Европе, Америке, Японии, так и в России. Степень накала научных дискуссий по данному вопросу детерминировала появление практико ориентированных идей по очеловечиванию процессов организации производства, определения места отдельного человека в нем, качества его труда и жизни. При этом решались разноплановые задачи – от чисто утилитарных (повышение производительности труда и, соответственно, прибыли) до вполне гуманистических (развитие духовности профессионала и борьба за качество его жизни).

В настоящее время в обществе и экономике каждой страны наблюдается всплеск интереса и серьезное отношение к профессиональному развитию отдельного человека как субъекту труда. Российская Федерация, решая проблемы качества кадровых ресурсов на государственном уровне, предпринимает целый спектр различных мер, направленных на сопряжение интересов работодателя и работника, на стандартизацию подготовки специалистов, разрабатывает и апробирует программы дополнительного образования, в том числе коучинговые и развивающие программы. Весьма популярны и пользуются высоким спросом такие обучающие проекты, как «Лидеры России», «Лидеры России. Политика», различные обучающие форумы и семинары в рамках господдержки молодых предпринимателей и лиц, стремящихся к высшим позициям в государственных органах и организациях [3].

Однако, долгое время при всем провозглашаемом отношении к ценности человека труда разрабатываемые программы обучения, особенно на корпоративном уровне, долгое время не учитывали личностные особенности, задатки, интересы, уровень мотивации к конкретным видам действий и операций работников. На первом месте оказывались лишь экономические, политические и национальные интересы в профессиональном обучении, повышении квалификации, профессиональной переподготовке, а профессиональное развитие связывалось с достижением необходимого уровня знаний и мастерства. Проявить достигнутый уровень сотрудник имел возможность либо в модусе «профессиональной горизонтали», то есть, не меняя должность и набор функциональных обязанностей, либо в модусе «профессиональной вертикали», продвигаясь по карьерной лестнице. Очевидно, что вертикальное продвижение требует от личности гораздо больших затрат собственного потенциала, так как приходится осваивать дополнительные компетенции, адаптироваться к новому функционалу и т.п. При этом в общественном сознании россиян такой важный показатель профессионального развития личности, как карьера долгое время оставался в весьма неоднозначном оценочном аспекте [4,5]. Успешная карьера приветствовалась и одобрялась по отношению к избранным, широко использовались понятия «карьеризм», «карьерист» в негативном нормативном смысле, цель «сделать карьеру» рассматривалась как безнравственная. Лишь в последние годы феномен продвижения – и карьерного, и

профессионального предполагает социальное признание успешности и прогресса личности в условиях организации. В связи со спецификой той или иной отрасли деятельности в карьерном процессе выделяют цели и задачи, различные для ее этапов. Однако ключевым моментом в любом карьерном росте является развитие личностных черт и качеств молодого сотрудника, способного к саморазвитию или стагнирующего, несмотря на полученные знания. Социологи отмечают, что социальный лифт в современном российском обществе доступен каждому, но в современном мире популярные стратегии профессионального продвижения, к сожалению, связаны с конкуренцией, доминированием, достижением превосходства сомнительными в нравственном отношении средствами. Психологи же утверждают, что настоящее и устойчивое профессиональное развитие достигается не давлением и уничтожением конкурентов, а через актуализацию собственного потенциала, развитие собственных задатков и способностей. Именно этот процесс требует специального коучингового сопровождения [6]. Молодой человек или девушка, не имеющие опыта и понимания того, как и за счет чего происходит профессиональное развитие и рост, становятся акторами своей жизни. Их осмысленное и целенаправленное развитие может быть ускорено теми, кто владеет инструментами и знаниями о более экономичных путях достижения компетентности и мастерства. Особенность коучинга состоит в том, что он объединяет два вида деятельности по сопровождению – фасилитацию и наставничество. И тот, и другой вид – это особые виды профессиональной деятельности, направленной на развитие человеческого потенциала [7,8]. Оба вида не директивны, относятся к характеру участия стороннего человека, оказывающего поддержку. Мы полагаем, что наличие наставника или коуча является необходимым, ибо сама личность зачастую не может самостоятельно рефлексировать и видеть собственные ограничения и барьеры профессионального развития. Молодой человек или девушка могут быть не знакомы и не осведомлены о специфике работы в конкретной отрасли и об особенностях бизнеса и профессионального общества в этой сфере. При значительном сходстве в методах и инструментах сопровождения между наставником и коучем имеется разница. В частности, коуч, в отличие от наставника, может не иметь компетенций в той сфере деятельности, в которой вращается его клиент. И поэтому специфика его деятельности обращена скорее к мотивационно-ценностным основаниям личностной профессиональной истории.

Раскрытие личного потенциала происходит через кризис, который является катализатором его проявлений. Коучу присуща вера в способности, что не просто воодушевляет клиента, а дает ему возможность участия в относительно безопасных экспериментах в собственной жизни. Оптимистичный взгляд коуча основывается на его опыте действий и ошибок, однако это не бездумное отношение, а тонкий расчет способностей, не находящихся во власти внутренних страхов молодого человека или девушки, так как риски и последствия обсуждаются, просчитываются, а также разрабатывается веер возможностей [7,8,9]. Метод коучинга в сопровождении личностного развития и успешной профессионализации основывается на использовании творческого подхода к осознанию скрытых способностей молодого сотрудника. Участие коуча заключается в организации совместных поисков как путей достижения запланированных изменений в карьере, так и в психологической поддержке, и в разумной уверенности клиента в собственных силах.

Проверка эффективности разработанной нами коучинговой программы осуществлялась на базе Высшей школы телевидения Московского государственного университета. В исследовании принимали участие бакалавры и магистры, всего 40 человек, в возрасте 20-25 лет, из них 10 мужчин и 30 женщин. В данной работе не изучались половые и гендерные различия, выборка была однородной по социально-психологическим показателям: возрасту, социальной принадлежности, все участники – студенты одного вуза и жители мегаполиса, имеют примерно одинаковый уровень материального достатка.

Мы предположили, что использование разработанной нами коуч-технологии

обеспечит изменение следующих личностных характеристик молодых специалистов телевидения – уровень личностной толерантности, уровень мотивации достижения и способность к самоуправлению, что, в свою очередь, активизирует личностный потенциал для профессионального развития, роста, карьерного продвижения. В ходе проверки гипотезы решались следующие задачи: провести эмпирическое исследование на выборке бакалавров и магистров, заявивших о желании участвовать в программе коучинга; обосновать и организовать программу коучинга на основе обнаруженных данных, связанных с недостаточным уровнем развития личностных качеств и профессиональных компетенций; оценить эффективность разработанной программы коучинга, направленной на формирование личностных качеств, важных для профессионального развития молодых специалистов в организации (на примере бакалавров и магистров телевидения). Проверка достоверности качественных и количественных данных осуществлялась комплексно, были использованы методы наблюдения, интервьюирования, применены авторская анкета и стандартизированные методики: тест толерантности к неопределённости Т.В. Корниловой; тест-опросник А. Мехрабиана для измерения мотивации достижения (ТМД) модифицированный М.Ш. Магомед-Эминовым; тест изучения способности к самоуправлению Н.М. Пейсахова [10]. Авторская анкета является ориентировочной по существу профессиональной деятельности, также она давала нам понимание того, каковы представления студентов телевидения о будущей работе, о навыках и компетенциях, о трудностях. Вопросы ориентировочной анкеты содержали формулировки, помогающие понять отношение будущих специалистов телевидения к собственному профессиональному будущему и развитию, также вопросы дают понимание, какие формы и темы коучинга, по мнению студентов, будут наиболее интересными и смогут восполнить те компетенции, которые, по их мнению, недостаточно развиваются в стандартизированном процессе обучения в вузе. В соответствии с общим пониманием роли собственной активности в личностном развитии молодого специалиста содержание нашей экспериментальной части было объединено одной тематикой, направленной на изучение личностных особенностей профессионала и их изменением в процессе коучинга.

Всего было опрошено 98 студентов Высшей школы телевидения. В обследовании по стандартизированным методикам приняли участие лишь те респонденты, кто выразил готовность участвовать в коучинговой программе. Всего было протестировано 40 респондентов. Коучинговая программа включала несколько этапов, в том числе составление контент-плана развития каждого студента с последующей фасилитацией (психологическим консультированием по индивидуальным запросам) и социально – психологическими тренингами, которые были определены по согласованным со студентами темам. Повторное тестирование проводилось через 6 месяцев после первого обследования, что полностью соответствует требованиям к проведению обследования личностных особенностей.

В ходе исследования было выявлено, что подавляющему большинству студентов достаточно тех знаний и умений, которые они получают в обязательной образовательной программе вуза, так 31 человек против 9 дали ответы, однозначно указывающие на достаточность образования.

На вопрос о трудностях, которые могут встретиться в будущей профессиональной деятельности, получены разнообразные ответы. Мы расположили их в порядке по количеству ответов: коммуникативные трудности – 16 ответов, недостаток профессиональных знаний – 12, невостребованность профессии – 6 ответов, и ригидность взглядов и знаний – 6 ответов. Такое распределение ответов можно связать с тем, что студенты, работая в различных практических проектах, сталкиваются с реальными проблемами, понимают сложность процессов производства телепродуктов, имеют дело с усложняющимися цифровыми технологиями в создании телепродукции и наличием значительного числа специалистов в данной сфере. Ожидание возможной невостребованности в профессии может быть связано как с низкими оценками своих

компетенций, так и с реальной представленностью конкурентов на рынке теле- и киноиндустрии. Коммуникативные трудности в будущей профессиональной деятельности указывают как значимые 16 человек, что, скорее всего, не отражает реальное восприятие своих коммуникативных умений, а обусловлено меньшей выраженностью этого опасения. По сравнению с ранее перечисленными трудностями указанную в ответах ригидность знаний и умений мы связываем с тем, что респонденты опасаются изменений в технологиях и соответствующих им компетенциях. Так два последних опасения, набравших наименьшее количество ответов, мы однозначно относим к тем, что могут быть проработаны и развиты осознанное отношение и умения.

Следующий вопрос был направлен на понимание проблем, вопросов и сфер знаний, которые могут быть недостаточными или требующими дополнительного обучения в оценках респондентов – студентов, будущих специалистов телевидения.

Ответы разделились следующим образом: специальные профессиональные как недостающие знания отмечают 5 студентов. Знаний и умений в области аналитики и бизнеса не хватает 24 респондентам. Также 10 респондентов ответили, что отмечают недостаток коммуникативных умений и навыков, так называемых «мягких навыков» (умение организовывать командную работу, вести переговоры, адаптироваться к изменениям). Один респондент указывает на личные затруднения, связанные с тем, что он не уверен в выборе профессии и не хочет завершать обучение по избранной специальности.

Ответы на вопрос «Требует ли ваша будущая послевузовская деятельность психологических консультаций или коучинга? Если да, то насколько вы готовы проходить программы коучинга?» также дали нам полезную для организации коучинговой программы информацию. Ответ о том, что дополнительная программа будет полезна для развития в профессиональной сфере, дали 19 студентов, в то время как то, что такая программа не нужна, ответил 21 респондент. Ответы о видах дополнительного обучения в порядке убывания расположились следующим образом: тренинги лидерства, тренинги взаимодействия, тренинги ораторских умений, коучинг, мастер-классы по профессиональным сферам. Напрашивается вывод, что значительное количество студентов осознают важность дополнительного обучения, однако, на фоне много лет рекламируемых тренинговых программ слабо осведомлены о таком методе личностного и профессионального развития, как коучинг.

Следующий вопрос был о личностных характеристиках, которые, по мнению респондентов, могут помешать профессиональному развитию. Характеристики, указанные респондентами, расположены в порядке убывания выборов: тревожность, неумение учиться, лень, неумение общаться и владеть эмоциями. Указанные мнения связаны с ощущением неопределенности и могут быть скорректированы в процессе развивающей программы, если в нее будет включено обучение умению самомотивации, самоуправления, самоактуализации, умению задавать вопросы, находить и использовать в качестве ресурса информацию социального и профессионального характера, то есть психологическое просвещение.

Последний вопрос прояснял важность социального успеха и карьеры для будущих специалистов телевидения. Оценивание происходило по пятибалльной шкале, от 0 баллов (не важно) до 5 баллов (чрезвычайно важно). Ответ об абсолютной неважности карьеры не дал ни один респондент. Всего два человека отметили низкую значимость социального успеха, умеренную значимость (3 балла) показали 8 респондентов. Значительность социального успеха отметили 24 будущих специалиста телевидения из 40 опрошенных. Такое распределение ответов может быть связано с тем, что студенты в силу возраста, отсутствия опыта или слабого понимания происходящего слабо полагаются на себя и свою активность, для них успех не связывается с количеством приложенных усилий.

Методологической основой разработанной программы коучинга молодых специалистов стала концепция профессионального развития личности [7] в качестве базовых положений мы использовали следующие:

- профессиональное развитие является целью и ценностью профессиональной культуры;

- профессиональное развитие определяется природно-обусловленными, биологическими, социальными факторами, индивидуально-психологическими свойствами индивида, а также случайными событиями;

- профессиональное развитие – это нелинейный и гетерохронный процесс;

- социально-профессиональное развитие сопровождается преодолением внешних и внутренних психологических барьеров, а также конфликтующих установок и мыслей.

Для коучингового сопровождения, которое по своему содержанию в большей мере является психологическим сопровождением, мы разработали общий контент-план, перечень тематических разделов в индивидуальной и групповой работе с каждым будущим специалистом телевидения. Контент-план обсуждался с каждым участником, выразившим желание не только участвовать в предварительных диагностических процедурах, но и в целостной программе коучинга. Контент-план рассматривается нами как индивидуальная траектория профессионального развития, она была согласована с каждым из участников. К реализации коучинговой программы в качестве консультантов были привлечены магистранты последнего курса, обучающиеся в Московском государственном университете по направлению подготовки «Психология».

По завершению коучинговой программы мы констатировали, что ее содержание обеспечило позитивные сдвиги в реализации наших целей и задач, а именно – мотивировало студентов к саморазвитию, улучшило коммуникативные умения, снизило общую тревожность в ситуации неопределенности, построение контент-плана (индивидуальной траектории профессионального развития) и участие в ней активизировало собственную активность и осознанное отношение к своей карьере специалиста телевидения. Однако дальнейшие действия и активность будущих специалистов телевидения находится в зоне их собственной ответственности.

Таким образом, проведенное нами исследование подтверждает необходимость использования в программах сопровождения молодых специалистов в организациях разнообразных, в том числе инновационных методов и инструментов, в частности, коучинга. Такие программы позитивно принимаются молодыми людьми на фоне осознания собственной низкой компетентности в вопросах профессионального роста и развития. Апробированная нами программа коучингового сопровождения показала свою эффективность. Кроме предполагаемого ее эффекта мы получили дополнительный эффект, привлекая к ее реализации магистрантов-психологов, обеспечив им не только поле для личной практики, но и возможность приобщиться к исследовательской деятельности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Маркова А. К. Психология профессионализма. Москва, 1996. 308 с.
2. Амирова Л.А., Амиров А.Ф. Профессиональная мобильность личности: методология исследования и развития: Монография. Воронеж: АртПринт, 2021. 132 с.
3. Заводчиков Д. П. Теоретико-методологические предпосылки категории профессионального будущего как ресурса профессионального становления // Современная высшая школа: инновационный аспект. 2015. № 3. С. 17-24.
4. Поваренков, Ю.П. Психологическое содержание профессионального становления человека. Ун-т Рос. акад. образования. - М.: Изд-во УРАО, 2002. 159 с.
5. Пахомова, Е.В. Понятие «карьера»: анализ определений // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Психология. 2013. Т. 6, № 2. С. 111–115.
6. Концепция компетентностного подхода в управлении персоналом: монография / О. Л. Чуланова А. Я., Кибанов, Е. А. Митрофанова, В. Г. Коновалова. – М.: НИЦ ИНФРА-Москва. 2014. 156 с.
7. Кроль Л. М. Коучинг-сопровождение: Кай, Кот и др. М.: Класс. 2013. 376 с.

8. Шарпова Н. В., Унжакова Е. А. Профессиональное обучение персонала как фактор конкурентоспособности организации // Проблемы экономики и менеджмента. -2017. № 4. С. 60-65.
9. Шекшеня С.В. Как эффективно управлять свободными людьми: коучинг. - М.: Альпина Паблшер. 2012. 209 с.
10. Могилёвкин Е.А. Карьерный рост: диагностика, технологии, тренинг. СПб.: «Речь», 2007. 336 с.

REFERENCES

1. Markova A.K. Psikhologiya professionalizma. Moscow, 1996, 308 с.
2. Amirova L.A., Amirov A.F. Professionalnaya mobilnost lichnosti: metodologiya issledovaniya I razvitiya: Monografiya. Voronezh, ArtPrint, 2021, 132 с.
3. Zavodchikov D.P. Teoretiko-metodologicheskiye predposylki kategorii professionalnogo budushego kak resursa professionalnogo stanovleniya// Sovremennaya vysshaya shkola: innovatsionnyy aspekt. // Modern high school: innovating aspect. 2015, №3. P. 17-24.
4. Povarenkov U.P. Psikhologicheskoye sodержanie professionalnogo stanovleniya cheloveka.- М.:Izdatelstvo URAO, 2002, 159 s.
5. Pakhomova E.V. Ponyatie “karjera”: analiz opredelenij // Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Psikhologiya. 2013. T.6, № 2. S. 111-115.
6. Chulanova O.L., Kibanov A.Ya., Mitrofanova E.A., Konovalova V.G. Kontsepsiya kompetentnostnogo podkhoda v upravlenii personalom: monografiya. – М.: NITs INFRA-Moscow. 2014. 156 s.
7. Krol L.M. Kouching- soprovozhdenie: Kaj, Kot I dr. М.: Class. 2013. 376 s.
8. Sharapova N.V., Unzhakova E.A. Profssionalnoe obuchenie personala kak factor konkurentosposobnosti organizatsii // Problemy ekonomiki I menedzhmenta. - 2017. № 4. S. 60-65.
9. Shekshenya S.V. Kak effektivno upravlat svobodnymi lyudmi: couching. - М.: Alpina Pablsher. 2012. 209 s.
10. Mogilyovkin E.A. Karjerny rost: diagnostika, tekhnologii, trening. SPb.: «Rech», 2007, 336 s.

Информация об авторах

Н.Ю. Трушакова – магистрант;

Л.А. Амирова - доктор педагогических наук, доцент, главный научный сотрудник
Управления научной работы.

Information about the authors

N. U. Trushakova – Master's student;

L.A. Amirova – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of
the Department of Scientific Work.

СЛОВО – МОЛОДЫМ ИССЛЕДОВАТЕЛЯМ

УДК 378.1; 371.3

Айнур Расимович Габдрахманов^{1,3}, Алия Вильсуровна Габдрахманова^{2,4}

^{1,2}Уфимский университет науки и технологий, Уфа, Россия

^{3,4}Городской центр творческого развития и гуманитарного образования для одаренных детей" г. Казани, Казань, Россия

¹ainurg008@mail.ru

²aliyag008@gmail.com

*Автор, ответственный за переписку: Айнур Расимович Габдрахманов,
ainurg008@mail.ru*

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПЕРСОНАЛА В ОРГАНИЗАЦИИ

Аннотация. В статье приводится анализ современных методов, позволяющих оценить сотрудников с точки зрения их мотивации, личностных качеств, производительности труда. Описываются основные методики оценки. Выделяются их преимущества и недостатки. Приводится описание методов оценки в соответствии с разными факторами.

Ключевые слова: оценка персонала; управление персоналом; современные методы оценки; мотивация персонала.

Ainur R. Gabdrakhmanov^{1,3}, Aliya V. Gabdrakhmanova^{2,4}

^{1,2}Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia

^{3,4}City Center for Creative Development and Humanitarian Education for Gifted Children, Kazan, Russia

¹ainurg008@mail.ru

²aliyag008@gmail.com

Corresponding author: Ainur R. Gabdrakhmanov, ainurg008@mail.ru

MODERN METHODS OF PERSONNEL EVALUATION IN THE ORGANIZATION

Abstract. The article provides an analysis of modern methods that allow evaluating employees in terms of their motivation, personal qualities, and labor productivity. The main assessment methods are described. Their advantages and disadvantages are highlighted. The evaluation methods are described according to various factors.

Keywords: personnel assessment; personnel management; modern methods of assessment; personnel motivation.

В условиях цифровой трансформации происходит глобализация процессов экономической взаимозависимости стран друг от друга и становление конкуренции нового формата. Современное состояние российской экономики характеризуется коренными преобразованиями социально-экономического фундамента. Немаловажным показателем экономической эффективности, базовым ресурсом организационного совершенствования и успешного развития, выступает трудовой потенциал, от которого зависит репутация компании. Качественная характеристика человеческого ресурса определяется степенью профессиональных компетенций и навыков, в том числе, умением адаптироваться к обновлённой экономической конъюнктуре [13].

Понятие «трудового потенциала» имеет неоднозначную трактовку:

- как качество рабочей силы;
- как совокупность физических и духовных способностей индивидуума.

Для обеспечения продуктивной, динамичной и стабильной работы организации любого профиля необходимо постоянно развивать, обучать/переобучать, продвигать и грамотно оценивать потенциальные возможности сотрудников. Немаловажным является поддержание их позитивного и оптимистического настроения в реализации трудового процесса. Положения, связанные с процессом найма персонала отражены в Трудовом Кодексе РФ (ст. 17 ТК РФ), а также в ряде нормативно-

правовых актов РФ (Постановлений Правительства РФ, ведомственных и других) [11]. Подобная мера оказывает опосредованное влияние на их лояльность, повышает мотивацию к качественному выполнению профессиональных обязанностей, способствует преемственности и безвозмездной взаимовыручке непосредственно на рабочих местах.

Согласно исследованиям авторитетного советского и российского психолога, специалиста в области психологии менеджмента — Тахира Юсуповича Базарова (1955-), кадровая политика является неотъемлемой составляющей в организации трудового процесса в бескризисный период, однако, во время кризисной неопределённости, приобретает особое значение. Подобное явление связано, прежде всего, с возрастающей конкуренцией потенциальных работодателей за высококвалифицированные кадры, выступающих неоспоримым конкурентным преимуществом и источником решения ряда кризисных проблем, экспертов в своей профессиональной сфере. Эффективность работы персонала и успех предприятия напрямую зависят от стиля руководства, системы мотивации и стимулирования, которая применяется на предприятии [3, с. 12].

Оценка персонала представляет собой набор различных инструментов и методов, предназначенных для выявления ключевых характеристик сотрудников с целью принятия взвешенных управленческих решений. Далее приводятся актуальные методы первичной и вторичной оценки персонала.

Первичная оценка производится при приеме сотрудника на работу. Основная задача заключается в выявлении заинтересованности потенциального сотрудника в компании, готовой предоставить ему работу; происходит понимание мотивации и личных целей кандидата на трудоустройство. Точная оценка позволяет отобрать наиболее перспективные кадры, в которые стоит инвестировать.

Вторичная оценка проводится среди работающих сотрудников организации. Основная цель состоит в определении заинтересованности сотрудников в достижении индивидуальных и общих целей, оценке возможностей возникновения стрессовых ситуаций в коллективе, в структуризации рабочих мест таким образом, чтобы они предлагали оптимальные уровни сложности, контроля, разнообразия и сотрудничества. Вторичная оценка направлена на выявление из общего числа работающих, сотрудников с высоким «остаточным потенциалом» — показателем эффективности/неэффективности действующей системы мотивации, позволяющей оптимизировать управление человеческими ресурсами и добиться стабильной эффективной работы персонала [15, с. 96–97].

Методы оценки мотивации персонала опираются на выполнение и учет основополагающих критериев:

- эффективность управления персоналом;
- требований в отношениях работодатель-работник.

При несоблюдении основных критериев управления снижается мотивация, следовательно, падает эффективность работы персонала.

Представленные далее методы оценки мотивации являются основой для создания качественной и эффективной системы мотивирования сотрудников:

1. *Опросы.* Метод используется для измерения удовлетворенности работающих сотрудников. Разновидности проведения опросов отличаются вариативным многообразием (анкетирование, интервью, социометрический или экспертный опросы); наиболее востребованы анкетирование и интервью. Разработанные специалистами анкеты с учётом специфики и интересов предприятия предлагают проходящему анкетирование выбрать среди предложенных вариантов ответы, наиболее соответствующие его интересам, потребностям и мотивации. Исследователь получает возможность задать вопросы, связанные с реальным положением дел на рабочих местах, например, в оценке условий труда, симпатиях/антипатиях в коллективе, личных взаимоотношениях с коллегами, стиле руководства и т. д., сделать соответствующие выводы. Среди устных форм опросов наиболее востребованы собеседования. Временные затраты на их проведения значительны, поэтому собеседования преимущественно используются для оценки сотрудников высоких рангов: топ-менеджеров, руководящего состава и ключевых человеческих ресурсов. Опрос обладает рядом преимуществ, однако метод всё же не лишен недостатков, среди которых, субъективность собеседования, так как понимание сложных глубинных мотивационных образований требует развитой рефлексии; ответы зачастую бывают неискренними из-за действия фактора «социальной желательности» (стремление смотреть и выглядеть с лучшей стороны, соответствовать общепринятым или определённым социальным «нормам» и «стандартам»). Однако опросы

позволяют накопить объёмный материал, узнать мнение коллектива и отдельных лиц [9, с. 113].

2. *Тестирование*. Психологическое тестирование обычно состоит из ряда связанных вопросов или картинок (рисунков), по результатам данного вида тестирования возможно выявить психологические качества испытуемых, определить степень развития их личностных качеств, например, их ориентир для достижения целей, склонность отдавать все «в распоряжение судьбы», к альтруизму, желание работать в команде и т.п. [7, с. 58]. Оценка посредством психологического тестирования может проводиться для сотрудников всех рангов организации, предполагает обратную связь по результатам завершённых тестов. Информация, полученная сотрудниками по обратной связи, позволяет им оценить свои сильные стороны, обозначить приоритеты собственного дальнейшего развития, улучшить внутреннюю коммуникацию на рабочих местах.

Стандартизированные тесты позволяют получить количественную базу оценок, при помощи которой можно сравнивать отдельные показатели с их средними значениями, определять потенциальные тенденции [5, с. 125]. К недостаткам данного вида тестирования можно отнести способность испытуемого влиять на результаты. В ситуации, когда испытуемые знают содержание тестов или критерии оценки личностных качеств, значительно увеличиваются ошибки тестирования.

3. *Проективные методики* используются как разновидность психологических тестов, основаны на диагностике скрытой мотивации, подразумевающей, что индивидуум склонен переносить собственный жизненный опыт на чужие действия, создавать в подсознании фантазийные ситуации. Проективные методы часто выступают комбинацией всех видов методов: анализа конкретных ситуаций; решений проблем, которые, на первый взгляд, не имеют отношения к теме. Предполагается, что проходящий испытание, сам выявляет основные понятия личного отношения к данной проблеме [4, с. 49].

4. *Технический анализ*. Метод основан на показателях эффективности производственного процесса, в основном направлен на оценку работы всей команды сотрудников, включает в себя расчет показателей производительности труда, текучести кадров, расчет плановых коэффициентов работы предприятий, других показателей. Диагностика экономической жизнеспособности и устойчивости предприятия показывает, насколько оправданы затраты на моральное и материальное стимулирование сотрудников организации, снизилась ли себестоимость или было увеличено производство.

Для разных отраслей и категорий работников показатели эффективности стимулирования трудовых ресурсов разнятся. Например, производственные показатели для рабочих неприемлемы в качестве показателей для сотрудников бухгалтерии, так как отдел бухгалтерии выполняет не производственную, а вспомогательную функцию. Метод эффективен при комплексной оценке трудового потенциала организации, интерпретация полученных данных требует обязательного наличия квалифицированного специалиста с опытом реализации программы повышения мотивации [6, с. 16–17].

На практике, в организациях должна быть реализована совокупность комплексных методов оценки персонала, непосредственно формирующих оценочные модели и программы. Изначально организация ставит перед собой задачу найти факторы, позволяющие оценить сотрудника и эффективность его работы. К подобным факторам относятся: условия труда, творческий уровень сотрудников, психологический комфорт, текучесть кадров, имиджевые характеристики в том числе и т. д. Каждому фактору организация отводит определённый метод оценки:

1. Условия труда – опросы или психологические тесты.
2. Психологический комфорт – опросы, тесты, проективные методики.
3. Материальная удовлетворенность – опросы или технический анализ.
4. Творческий уровень – опросы, тесты, проективные методики.
5. Охрана труда и безопасность – опросы или психологические тесты.
6. Текучесть кадров – анализ причин текучести.
7. Производительность труда – технический анализ [10, с. 47–49].

Для первых пяти целевых факторов оценки следует использовать опросы в качестве базового элемента получения первичной информации. Например, сотрудников можно попросить оценить по пятибалльной шкале удовлетворенность факторами: условий труда, психологического комфорта, материального удовлетворения, способности творческой реализации в рабочем процессе, уровня защищённости рабочих мест. Полученные данные можно использовать для сравнения со средними значениями организации или рассчитав их для конкретных отделов.

Для более глубокой комплексной оценки используется метод психологического тестирования

и проективные методики. Поскольку у сотрудников организации есть собственные суждения, необходимо сформировать субъективные мнения и оценки по аспектам эмоционального состояния сотрудников, заинтересованности, заботы и взаимоотношений в команде. Необходимо оценить, насколько действия соответствуют актуальным стандартам в рамках реализуемой профессиональной деятельности, выполняются ли они под контролем руководителей или по собственной инициативе сотрудников [8, с. 83]. Для проведения оценочных действий используются анкеты, тематические исследования и тесты, поощряются написание эссе, ведётся роспись рабочих журналов, проводится структурированное наблюдение, видеонаблюдение и т. д.

В сфере образования, которая занимается специфическими вопросами обучения и воспитания подрастающего поколения, процесс найма сотрудников имеет свою специфику [12]. Для успешной оценки в отечественной педагогической системе используются методы:

- *экспертных оценок*, формируется группа авторитетных экспертов, способных оценить каждого сотрудника с точки зрения профессиональных и личных качеств;
- *индивидуальной оценки* на основе анкетирования, педагогу предлагается ответить на типовые вопросы для самооценки; по шкале рейтинга поведенческих установок выводятся характеристики его результативности; согласно исследованиям ВЦИОМ по состоянию на 05.10.2022 г., рейтинг главных качеств учителя возглавляют доброта и уважение к детям³ (ранее образованность, компетентность, эрудиция);
- *групповой оценки*, выявляется эффективность преподавателя в общем коллективе педагогов;
- *классификации*, распределяет педагогов по принципу «лучший-худший»;
- *парного сравнения*, метод сравнения через организацию условных пар;
- *заданного распределения*, оценивается преподаватель через специально заданные критерии оценки;
- *анкетирования*;
- *собеседования*;
- *«метод 360»*, оценивающий педагога по вертикали (директором учреждения) и по горизонтали (коллегами).

Согласно Федеральному закону от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 17.02.2023) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 28.02.2023)⁴ в отечественной образовательной системе устанавливаются следующие типы организаций: дошкольная, общеобразовательная, профессиональная, высшего образования. Деятельность образовательных учреждений осуществляется на основании Устава и отличается особенностями каждого образовательного учреждения. Например, в учреждениях высшего образования для различных категорий сотрудников (ректор, проректор, декан, зав. кафедрой, т. д.) в обязательном порядке прописываются должностные ограничения замещения руководящих должностей (возрастные, конкурсная основа, устанавливается срок и порядок выбора кандидата, учитывается дееспособность). Специфика школьного и дошкольного образования состоит в открытости педагогической системы, с работниками заключается бессрочная система трудовых договоров, как правило, характеризуется длительным трудовым стажем в одной организации.

К примеру, при обращении к официальному образовательному portalу «EDU-Form – образование»⁵, на котором представлены все образовательные учреждения Москвы:

- ВУЗы — 347 объектов;
- профессиональное образование (колледжи, техникумы, училища) — 440 объектов;
- школы (начальные, вечерние, кадетские, спецшколы) — 568 объектов;
- дошкольное образование (ясли, детские сады, центры развития) — 531 объект;
- дополнительное образование (курсы, тренинги, бизнес-образование) — более 300 объектов.

Приоритет в образовании отводится школьным учреждениям, что логично, с точки зрения организации отечественного образовательного процесса. Рассмотрим все виды московских школ и вакансии на их сайтах (в рамках нашего исследования, на условиях анонимности), выясним,

³ <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/uchitelja-prestizhnost-dokhodnost-privlekatelnost>

⁴ https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/4e51c3c75451286825f3aa6093b700fff57dd9fc/ (дата обращения 13.05.2023)

⁵ <http://edu-form.ru/school/>

используются ли в них методы оценки будущих кандидатов в преподавательский состав? Для наглядности представим данные в виде таблицы 1.

Таблица 1

Данные по методам оценки потенциальных кандидатов в преподаватели в московских школах по состоянию на 15.05.2023

№№ п/п	Вид школы	Кол-во школ	Вакансии	Анкетирование	Резюме	Собеседование
1	Общеобразовательные школы	499	+		+	+
2	Гимназии	6	+	+		
3	Лицеи	7	0			
4	Центры образования	10	+		+	
5	Начальные	5	0			
6	Вечерние	0 ⁶	0			
7	Кадетские	8	+			
8	Спецшколы	0	+			
9	Школы-интернаты	5	+			
10	Детские дома	0	0			
11	Коррекционные спецшколы	13	0			
12	Санаторные спецшколы	5	+		+	
	Итого		7	1	3	1

Полученные данные отражают результаты исследования в рамках конкретного запроса. По результатам проведенного исследования очевидно, что первичный запрос на вакансию в большинстве случаев опирается на резюме будущего кандидата. В дальнейшем, возможно, кандидатам предстоит тестирование и собеседование, но информация о них не представлена на официальном сайте школьных организаций, т.е. информация представляет собой закрытый внутренний регламент каждого учебного заведения и не подлежит публичному оглашению.

Для сравнения рассмотрим первичные требования к кандидатам, претендующим на вакансии преподавателей в ВУЗах столицы; проведя аналогичное исследование, можно уверенно констатировать, что учреждения высшего образования отбирают кандидатов в рамках творческого конкурса, то есть необходимо предоставить научные публикации, таким образом, отбор потенциальных кандидатов происходит на основе метода «экспертных оценок».

При обращении к вакансиям в колледжах, можно отметить, что аналогично общеобразовательным учебным организациям, от кандидатов требуется первоначально предоставить резюме.

В разделе «Дополнительное образование» представлено видовое разнообразие по профилям подготовки: «детские центры», «языковые курсы», «бизнес-образование», «тренинги», «курсы 1С», «компьютерные курсы», «профессиональные курсы», «центры красоты и здоровья», «автошколы», «спортивные школы, клубы, секции», «научно-образовательные центры», «музыкальные школы», «художественные школы», «театральные школы», «танцевальные школы», «центры декоративно-прикладного искусства и творчества». Дополнительное образование отличается преимущественно формой частной собственности образовательных организаций, поэтому ссылок на открытые вакансии практически нет. Изредка предлагается прислать резюме. По всей видимости, при устройстве на работу преобладает тенденция личных связей или заведение самостоятельно отбирает и приглашает преподавателей и сотрудников, исходя из собственных приоритетов развития и внутренней кадровой политики.

Кадровая политика организаций любой формы собственности должна быть построена на

⁶ нет информации

основании нормативно-правовой законодательной базы Российской Федерации и её главного закона — Конституции РФ, с соблюдением нравственных, моральных и этических норм, не допускающих унижения человеческого достоинства. В приоритете реализации кадровой политики организации должны быть безопасность и здоровье людей, социальные программы, здоровый дух в коллективе.

Подводя итоги, можно резюмировать, что оценка персонала организации — сложная многоаспектная задача, которую необходимо решать путем измерения трудноизмеримых качеств уникальной человеческой личности; принимать во внимание множество оценочных переменных, которые были определены с использованием различных научных методик оценки персонала. Для достижения положительных практических результатов при оценке сотрудников, крайне важно правильно интерпретировать и использовать полученные результаты исследований, суметь подобрать наиболее подходящий метод оценки для каждого конкретного предприятия и должности кандидата на трудоустройство, либо должным образом оценить уже имеющийся в распоряжении организации кадровый потенциал. Как никогда в этой ситуации важен профессионализм тех, кто оценивает и интерпретирует результаты исследований. Грамотно мотивированный персонал — залог успешности и эффективности каждого предприятия любой формы собственности.

Необходимо особо отметить, что в целом, при оценивании персонала организации, используются самые разные методы: опросы, тестирования, аналитические методы, индивидуальные и экспертные оценки, парного сравнения, классификации, собеседования и т.д., также организациями проводятся исследования, направленные на изучение удовлетворенности трудовой деятельностью сотрудников организации, рассчитываются и сопоставляются экономические показатели, которые учитывают текучесть кадров (чем она выше, тем менее удовлетворенность сотрудников) и производительность труда.

Все эти необходимые меры способствуют экономической стабильности, повышению эффективности, производительности труда, сплочённости и взаимовыручке сотрудников, наставничеству и главное, равнодушному отношению к приоритетам и стратегиям развития организации, в которой протекает их трудовая деятельность.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алексеева Н.С., Тарзян А.П. Методы оценки персонала // В сборнике: Наука молодых - будущее России. сборник научных статей 3-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 6 томах. 2018. С. 28-30.
2. Арыспаева А.Р., Дунаева Г.Г., Гурова Е.В. Особенности эффективного управления педагогическим коллективом школы // В сборнике: Педагогика современного начального образования: состояние, проблемы и перспективы развития. Материалы V Международной научной конференции. 2017. С. 178-184.
3. Базаров Т.Ю. Управление персоналом. - М.: Academia, 2017. - 32 с.
4. Бухалков М.И. Управление персоналом на предприятии // Управление компанией. 2019. - №7. - С.48-50.
5. Гурова Е.В., Кобыскан А.С. Формирование кадрового потенциала в образовательной организации через аспект мотивации // В сборнике: Педагогика современного начального образования: состояние, проблемы и перспективы развития. Материалы VIII Международной научной конференции. 2021. С. 250-252.
6. Дементьева А.Г. Управление персоналом. - М.: Магистр, 2018. - 352 с.
7. Заказнов А.Б. Регламентации в управлении персоналом // Менеджмент качества. - 2019. - №2. - С.14-19.
8. Лукашевич В.В. Основы управления персоналом. - М.: КноРус, 2017. - 229 с.
9. Масленникова Н.А. Методы оценки персонала, как важнейшая составляющая системы оценки // В сборнике: Современные проблемы экономики АПК и их решение. Материалы национальной конференции. 2019. С. 82-86.
10. Мишина А.Н., Кириллов А.В. Способы оценки персонала и должности в организации: выбор методов оценки // Новое поколение. 2015. № 8. С. 112-116.
11. Плакса, Ю. В. Совершенствование процесса найма персонала // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2018. Т. 4(70), № 1. С. 91-96.
12. Слесарева, К. В. Влияние организационной культуры на процесс аттестации педагогических работников как условие управления персоналом образовательной организации / К. В.

Слесарева, Е. О. Гаспарович // Актуальные проблемы социогуманитарного образования : Сборник статей / Научная редакция Т.С. Дороховой, Е.В. Донгаузер. – Екатеринбург : [б.и.], 2021. С. 331-336.

13. Трубицына, Н. С. Управление трудовым потенциалом в системе менеджмента организации // Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика : сборник статей 12-й Международной научно-практической конференции, Курск, 27 октября 2022 года / Курский филиал Финансового университета при Правительстве РФ. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 225-228.

14. Уткин Е.А. Мотивационный менеджмент. - М.: ТЕИС, 2018. - 239 с.

15. Цветаев В.М. Управление персоналом. - СПб: Питер, 2017. – 310 с.

REFERENCES

1. Alekseeva N.S., Tarzyan A.P. Methods for assessing personnel // In the collection: The science of the young is the future of Russia. collection of scientific articles of the 3rd International scientific conference of promising developments of young scientists: in 6 volumes. 2018. S. 28-30.

2. Aryspaeva A.R., Dunaeva G.G., Gurova E.V. Features of effective management of the teaching staff of the school // In the collection: Pedagogy of modern primary education: state, problems and prospects of development. Materials of the V International Scientific Conference. 2017. S. 178-184.

3. Bazarov T.U. Personnel Management. - М.: Academia, 2017. - 32 p.

4. Bukhalkov M.I. Personnel management at the enterprise // Management of the company. 2019. - No. 7. - P.48-50.

5. Gurova E.V., Kobyskan A.S. Formation of personnel potential in an educational organization through the aspect of motivation // In the collection: Pedagogy of modern primary education: state, problems and prospects of development. Materials of the VIII International Scientific Conference. 2021. S. 250-252.

6. Dementieva A.G. Personnel Management. - М.: Master, 2018. - 352 p.

7. Zakaznov A.B. Regulations in personnel management // Quality Management. - 2019. - No. 2. - P.14-19.

8. Lukashevich V.V. Fundamentals of personnel management - М.: KnoRus, 2017. - 229 p.

9. Maslennikova N.A. Methods of personnel assessment as the most important component of the assessment system // In the collection: Modern problems of the economy of the agro-industrial complex and their solution. Materials of the national conference. 2019. S. 82-86.

10. Mishina A.N., Kirillov A.V. Methods for assessing personnel and positions in an organization: the choice of assessment methods // New generation. 2015. No. 8. P. 112-116.

11. Plaksa, Yu. V. Improving the recruitment process // Scientific notes of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Economics and management. 2018. vol. 4(70), No. 1. pp. 91-96

12. Slesareva, K. V. The influence of organizational culture on the process of certification of teaching staff as a condition for personnel management of an educational organization / K. V. Slesareva, E. O. Gasparovich // Actual problems of socio-humanitarian education : Collection of articles / Scientific editorial board T.S. Dorokhova, E.V. Dongauzer. – Yekaterinburg : [B.I.], 2021. pp. 331-336.

13. Trubitsyna, N. S. Labor potential management in the organization's management system // Institutes and mechanisms of innovative development: World experience and Russian practice : collection of articles of the 12th International Scientific and Practical Conference, Kursk, October 27, 2022 / Kursk Branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation. – Kursk: Closed Joint Stock Company "University Book", 2022. – pp. 225-228.

14. Utkin E.A. Motivational management. - М.: TEIS, 2018. - 239 p.

15. Tsvetaev V.M. Personnel Management. - St. Petersburg: Peter, 2017. - 310 p.

Информация об авторах

А.Р. Габдрахманов – студент, методист.

А.В. Габдрахманова – студент, заведующий отделом.

Information about the authors

A.R. Gabdrakhmanov – student, methodist.

A.V. Gabdrakhmanova – student, head of department.

УДК 373.1

Виктория Геннадиевна Гайнетдинова

*Башкирский государственный педагогический университет, Уфа, Россия,
usmanova96vika@mail.ru*

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОРЫ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ДЕНДРОПАРКА НЕПЕЙЦЕВСКИЙ (г. УФЫ)

Аннотация. В статье приведены исследования древесной, кустарниковой и травянистой флоры лекарственных растений Непейцевского дендропарка.

Ключевые слова: лекарственные растения; дендропарк, систематический состав, жизненные формы, экологическая группа

Victoria G. Gainetdinova

Bashkir State Pedagogical University, Ufa, Russia, usmanova96vika@mail.ru

STUDY OF THE FLORA OF MEDICINAL PLANTS OF THE NEPEITSEVSKY ARBORETUM (UFA)

Abstract. the article presents studies of the woody, shrubby and herbaceous flora of medicinal plants of the Nepeitsevsky Arboretum.

Keywords: Keywords: medicinal plants; arboretum, systematic composition, life forms, ecological group

На территории города Уфы сохранился уникальный памятник природы – Непейцевский дендропарк. На его территории произрастает богатая коллекция древесных и кустарниковых пород, которые были завезены из разных регионов. Также наблюдается большое разнообразие травянистых растений, среди которых широко представлены лекарственные травы [1].

При изучении растительности дендропарка можно заметить, что за сравнительно небольшой промежуток времени произошли огромные изменения в его ландшафте. Близкое расположение к жилой зоне при отсутствии фактического обозначения границ и соответствующей охраны сильно сказываются на состоянии флоры и растительности парка. В последние годы активно проводятся работы по реконструкции дендропарка, поднимаются вопросы сохранения многообразия видов растений в средствах массовой информации. Изучение флоры лекарственных растений дендропарка Непейцевский очень актуально, в связи с его исторической и культурной ценностью. Кроме того, дендропарк находится в условиях высокой урбанизации и антропогенного прессинга, поэтому сохранение видового разнообразия лекарственных растений для города Уфы крайне необходимо [5].

Целью исследования является изучение флоры древесных, кустарниковых и травянистых лекарственных растений дендропарка Непейцевский.

Исходя из поставленной цели, можно выделить следующие задачи:

1. выполнить геоботаническое обследование дендропарка;
2. выявить видовой состав флоры лекарственных растений;
3. проанализировать систематический состав флоры, спектры жизненных форм и экологический спектр флоры по отношению к фактору увлажнения.

Список флоры лекарственных растений дендропарка Непейцевский представлен в таблице 1.

Флора лекарственных растений дендропарка

Вид	Семейство	Жизненная форма по Раункиеру	Экологическая группа по отношению к влажности
<i>Achillea millefolium</i>	Asteraceae	ГК	Мез
<i>Angelica archangelica</i>	Apiaceae	ГК	Гиг
<i>Arctium lappa</i>	Asteraceae	ГК	Мез
<i>Arctium tomentosum</i>	Asteraceae	ГК	Мез
<i>Artemisia absinthium</i>	Asteraceae	ГК	Мез
<i>Artemisia vulgaris</i>	Asteraceae	ГК	МезКс
<i>Asparagus officinalis</i>	Asparagaceae	К	МезКс
<i>Berberis vulgaris</i>	Berberidaceae	Ф	КсМез
<i>Betula pendula</i>	Betulaceae	Ф	Мез
<i>Betula pubescens</i>	Betulaceae	Ф	ГигМез
<i>Bidens tripartita</i>	Asteraceae	Т	Гиг
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Brassicaceae	Т	Мез
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	Onagraceae	ГК	Мез
<i>Chelidonium majus</i>	Papaveraceae	ГК	Мез
<i>Cichorium intybus</i>	Asteraceae	ГК	КсМез
<i>Convallaria majalis</i>	Convallariaceae	К	Мез
<i>Corylus avellana</i>	Betulaceae	Ф	Мез
<i>Crataegus sanguinea</i>	Rosaceae	Ф	Мез
<i>Dryopteris filix-mas</i>	Dryopteridaceae	ГК	Мез
<i>Elytrigia repens</i>	Poaceae	К	Мез
<i>Equisetum arvense</i>	Equisetaceae	К	Мез
<i>Eupatorium cannabinum</i>	Asteraceae	ГК	Гиг
<i>Fragaria vesca</i>	Rosaceae	ГК	Мез
<i>Glechoma hederacea</i>	Lamiaceae	ГК	Мез
<i>Humulus lupulus</i>	Cannabaceae	ГК	ГигМез
<i>Hypericum perforatum</i>	Hypericaceae	ГК	Мез
<i>Larix sibirica</i>	Pinaceae	Ф	Мез
<i>Leonurus quinquelobatus</i>	Lamiaceae	ГК	Мез
<i>Lepidotheca suaveolens</i>	Asteraceae	Т	Мез
<i>Linaria vulgaris</i>	Scrophulariaceae	К	Мез
<i>Melilotus officinalis</i>	Fabaceae	ГК	Мез
<i>Melissa officinalis</i>	Lamiaceae	ГК	Мез
<i>Padus avium</i>	Rosaceae	Ф	ГигМез
<i>Persicaria hydropiper</i>	Polygonaceae	Т	Гиг
<i>Phellodendron amurense</i>	Rutaceae	Ф	Мез
<i>Picea abies</i>	Pinaceae	Ф	Мез
<i>Pinus sibirica</i>	Pinaceae	Ф	Мез
<i>Pinus silvestris</i>	Pinaceae	Ф	Мез
<i>Plantago major</i>	Plantaginaceae	ГК	Мез
<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae	Т	Мез
<i>Populus nigra</i>	Salicaceae	Ф	ГигМез
<i>Potentilla anserina</i>	Rosaceae	ГК	Мез
<i>Potentilla erecta</i>	Rosaceae	ГК	Мез

<i>Quercus robur</i>	Fagaceae	Ф	Мез
<i>Rhamnus cathartica</i>	Rhamnaceae	Ф	Мез
<i>Rosa majalis</i>	Rosaceae	Ф	Мез
<i>Rubus caesius</i>	Rosaceae	Х	ГигМез
<i>Rubus idaeus</i>	Rosaceae	Х	Мез
<i>Salix alba</i>	Salicaceae	Ф	ГигМез
<i>Salsola collina</i>	Chenopodiaceae	Т	МезКс
<i>Sisymbrium officinale</i>	Boraginaceae	ГК	МезГиг
<i>Solidago canadensis</i>	Asteraceae	ГК	Мез
<i>Sorbus aucuparia</i>	Rosaceae	Ф	Мез
<i>Tanacetum vulgare</i>	Asteraceae	ГК	Мез
<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae	ГК	МезГиг
<i>Tilia cordata</i>	Tiliaceae	Ф	Мез
<i>Tilia platyphyllos</i>	Tiliaceae	Ф	Мез
<i>Trifolium pratense</i>	Fabaceae	ГК	Мез
<i>Tussilago farfara</i>	Asteraceae	К	Мез
<i>Urtica dioica</i>	Urticaceae	ГК	Мез

В таблице приняты следующие сокращения:

1. Жизненная форма по К. Раункиеру

Гемикриптофиты – ГК; криптофиты-геофиты – К; фанерофиты – Ф; терофиты – Т; хамефиты – Х.

2. Экологические группы по условиям увлажнения

Гигромезофиты – ГигМез; гигрофиты – Гиг; ксеромезофиты – КсМез; мезогигрофиты – МезГиг; мезоксерофиты – МезКс; мезофиты – Мез.

Анализ флоры лекарственных растений дендропарка Непейцевский, выполняемый по систематическому составу, жизненным формам и отношению к фактору увлажнения позволяет сделать следующие выводы:

1. Всего было собрано и определено 260 видов древесных, кустарниковых и травянистых растений, относящихся к 62 семействам, 174 родам. Среднее число видов в семействах равно 4,2. Шестнадцать семейств содержат количество видов, превышающее среднее число, к ним относятся Apiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Campanulaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Rosaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Scrophulariaceae, Pinaceae, Salicaceae, Sapindaceae. Двадцать четыре семейства содержат по одному виду, пятнадцать по два вида, четыре семейства по три вида, два семейства представлены четырьмя видами.

Многовидовых родов немного: по 5 видов включают роды Acer, Campanula, Chenopodium, Populus, Rumex, по 4 – Vicia, Poa, Potentilla.

Из них лекарственные растения насчитывают 28 семейств и 60 видов, относящихся к 53 родам. Наиболее насыщенные видами являются Asteraceae (13), Rosaceae (9), Pinaceae (4), Lamiaceae (3), Betulaceae (3), Fabaceae, Tiliaceae, Salicaceae и Polygonaceae (2), остальные семейства включают в себя по одному виду лекарственных растений [2,3,4]. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Систематический состав флоры лекарственных растений дендропарка

№	Семейство	Число видов	% от общего числа
1	Asteraceae	13	21,7

Продолжение табл. 2

2	Rosaceae	9	15
3	Pinaceae	4	7
4	Betulaceae	3	5
5	Lamiaceae	3	5
6	Fabaceae	2	3,4
7	Polygonaceae	2	3,4
8	Salicaceae	2	3,4
9	Tiliaceae	2	3,4
10	Apiaceae	1	1,6
11	Asparagaceae	1	1,6
12	Berberidaceae	1	1,6
13	Boraginaceae	1	1,6
14	Brassicaceae	1	1,6
15	Cannabaceae	1	1,6
16	Chenopodiaceae	1	1,6
17	Convallariaceae	1	1,6
18	Dryopteridaceae	1	1,6
19	Equisetaceae	1	1,6
20	Fagaceae	1	1,6
21	Hypericaceae	1	1,6
22	Onagraceae	1	1,6
23	Papaveraceae	1	1,6
24	Plantaginaceae	1	1,6
25	Poaceae	1	1,6
26	Rhamnaceae	1	1,6
27	Rutaceae	1	1,6
28	Scrophulariaceae	1	1,6
29	Urticaceae	1	1,6
Общее число видов		60	100%

2. При проведении анализа жизненных форм (табл. 3) мы воспользовались системой К. Раункиера, в основу которой положены важные морфофизиологические особенности видов растений [6]. Главным критерием его классификации является расположение и способ защиты почек возобновления в течение неблагоприятного периода. По данному признаку К. Раункиер определил пять крупных категорий жизненных форм: фанерофиты, хамефиты, гемикриптофиты, криптофиты и терофиты.

Проведенный анализ жизненных форм лекарственных растений показал, что в ее составе в большей степени преобладают гемикриптофиты – 27 видов (45%), многолетних травянистых растений с отмирающими к зиме надземными побегами, почки возобновления, которых находятся на поверхности почвы под защитой отмерших или оставшихся живых листьев [7]. Это свидетельствует о преобладании рудеральных многолетних видов, о внедрении видов естественных растительных сообществ (лесных и луговых). Фанерофиты представлены деревьями первой и второй величины, насчитывают 19 видов (31,6%).

Криптофиты – геофиты, почки возобновления у которых располагаются на определенной глубине в почве, представлены 6 видами (10%). Однолетние растения, отмирающие к зиме с сохранением жизнеспособных семян — терофиты так же включают в себя 6 видов (10%) лекарственных растений. Большая часть терофитов, по своей жизненной стратегии, является эксплерентами, для которых характерны быстрый захват новых свободных территорий. Их высокое участие является показателем подвижности субстратов, а

также постоянного нарушения. Особенно обращает на себя внимание тот факт, что большинство терофитов, обнаруженных на данных экотопах являются сорно-мусорными видами [8].

На территории дендропарка хамефиты представлены 2 видами, это *Rubus idaeus* и *Rubus caesius*, почки возобновления которых, подняты над поверхностью почвы на высоту не более 20 – 30 см и обычно защищены зимой снежным покровом [7]. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Анализ жизненных форм флоры лекарственных растений дендропарка
Непейцевский**

Жизненные формы	Число видов	% от общего числа
Гемикриптофиты	27	45
Фанерофиты	19	31,6
Криптофиты-геофиты	6	10
Терофиты	6	10
Хамефиты	2	3,4
Всего видов	60	100%

3. Анализ экологических групп растений по отношению к влажности показал большое преобладание мезофитов (43 – 71,7%), при небольшом количестве гигромезофитов (6 – 10%), гигрофитов (4 – 6,7%), мезоксерофитов (3 – 5%). Ксеромезофиты и мезогигрофиты включают по два вида растений (3,3%) [8]. Данные представлены в таблице 4.

Таблица 4

**Экологический спектр флоры по отношению
к фактору увлажнения**

Экологические группы	Число видов	% от общего числа
Мезофиты	43	71,7
Гигромезофиты	6	10
Гигрофиты	4	6,7
Мезоксерофиты	3	5
Ксеромезофиты	2	3,3
Мезогигрофиты	2	3,3
Всего видов	60	100%

Несмотря на высокий антропогенный прессинг, на территории дендропарка Непейцевский сохранилось значительное количество лекарственных растений, содержащих большое количество биологически активных веществ. В связи с этим важным вопросом остается охрана и контроль за состоянием растительности дендропарка.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Синенко С.Г. Уфа старая и новая: Попул. иллюстрир. энцикл. [Текст]: С.Г. Синенко. – Уфа: Башкортостан, 2007. – 272 с.
2. Мирошников В.М. Лекарственные растения и препараты растительного происхождения в урологии: Учебное пособие. [Текст]: М.: МЕДпресс-информ, 2005. – 240 с.
3. Лазарева Д.Н. Лекарственные растения Башкортостана [Текст]: / Лазарева Д.Н., Моргунова Т.В., Самигуллина Л.И. – Уфа, 2011. – 160 с.
4. Кучеров Е.В. Лекарственные растения Башкирии: их использование и охрана. [Текст]: Кучеров Е.В., Лазарева Д.Н., Десяткин В.К. – Уфа: Башкирское книжное издательство, 1989. – 272 с.
5. Кулагин А.А. Мониторинг состояния среды обитания и здоровья населения

городского округа город Уфа Республики Башкортостан [Текст]: под ред. д.б.н., профессора Кулагина А.А. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2014 – 250 с.

6. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Адвентивизация растительности в призме идей современной экологии // Межв. сборник. – Уфа, 1998 – С. 17-25.

7. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Мулдашев А.А., Ямалов С.М. Флора Башкортостана: Учебное пособие. – Уфа: РИО БашГУ, 2004. – 148 с.

8. Хусаинов А.Ф., Наумова Л.Г. Изучение флоры и растительности окрестностей социально-образовательного оздоровительного центра «Салихово»: учеб. пособие. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2017. – 129 с.

REFERENCES

1. Sinenko S.G. Ufa old and new: Popular illustration. the encyclopedia. S.G. Sinenko. – Ufa: Bashkortostan, 2007. – P. 272.

2. Mirosnikov V.M. Medicinal plants and preparations of plant origin in urology: Textbook: M.: MEDpress-inform, 2005. – P. 240.

3. Lazareva D.N. Medicinal plants of Bashkortostan: / Lazareva D.N., Morgunova T.V., Samigullina L.I. – Ufa, 2011. – P. 160.

4. Kucherov E.V. Medicinal plants of Bashkiria: their use and protection. Kucherov E.V., Lazareva D.N., Desyatkin V.K. – Ufa: Bashkir Book Publishing House, 1989. – P. 272.

5. Kulagin A.A. Monitoring of the state of the habitat and health of the population of the Ufa city district of the Republic of Bashkortostan: edited by Doctor of Biological Sciences, Professor Kulagin A.A. – Ufa: Publishing House of BSPU, 2014 –P. 250.

6. Mirkin B.M., Naumova L.G. Adventivization of vegetation in the prism of the ideas of modern ecology // Interv. collection. – Ufa, 1998 – P.P. 17-25.

7. Mirkin B.M., Naumova L.G., Muldashev A.A., Yamalov S.M. Flora of Bashkortostan: A textbook. – Ufa: RIO Bashgu, 2004. – P. 148.

8. Khusainov A.F., Naumova L.G. Study of flora and vegetation of the surroundings of the social and educational wellness center "Salikhovo": textbook. stipend. – Ufa: Publishing House of BSPU, 2017. – P. 129.

Информация об авторе

В.Г. Гайнетдинова – магистрант кафедры биологии.

Information about the author

V.G. Gainetdinova – master's student of the Department of Biology.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Уважаемые коллеги!

При подготовке статей в журнал
просим руководствоваться следующими правилами

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Научный журнал «Вестник БГПУ им. М. Акмуллы» публикует статьи по следующим разделам:

- Достижения науки. Известные учёные. Хроника.
- Фундаментальные и прикладные исследования:
 - гуманитарные науки;
 - естественно-математические;
 - психолого-педагогические.
- Искусство и культура.
- Дискуссии и обсуждения.
- Книговедение.
- Из опыта работы экспериментальных площадок и лабораторий.
- Слово – молодым исследователям.

Основным требованием к публикуемому материалу является соответствие его высоким научным критериям (актуальность, научная новизна и другое).

Авторский материал может быть представлен как:

- обзор (до 16 стр.);
- оригинальная статья (до 8 стр.);
- краткое сообщение (до 2 стр.).

Работы сопровождаются *аннотацией и ключевыми словами*. К статье молодых исследователей (студентов, магистрантов, аспирантов) следует приложить заключение научного руководителя о возможности опубликования её в открытой печати.

Все принятые к работе оригиналы проходят проверку с помощью программы «Антиплагиат».

Всем авторам необходимо предоставить в редакцию отдельным файлом:

а) персональные данные по предложенной форме:

Фамилия Имя Отчество	
Место учебы / работы	
Должность	
Учёная степень	
Почтовый адрес (домашний)	
Факультет, курс, специальность	
Тел.: рабочий / мобил., дом.	
E-mail	
Тема работы	
Рубрика для публикации	

б) согласие на обработку персональных данных по форме (<https://bspu.ru/unit/251/docs>);

в) оформленная строго по требованиям научная статья;

г) заключение научного руководителя (студентам и аспирантам).

Название файла и письма должны соответствовать фамилии автора/ авторов.

Материалы отправляются по электронному адресу: vestnik.bspu@yandex.ru

РЕКОМЕНДУЕМАЯ СТРУКТУРА ПУБЛИКАЦИЙ

В начале статьи в левом верхнем углу на отдельной строке ставится индекс УДК.

Далее на первой странице данные идут в следующей последовательности:

1. Фамилия и инициалы (полностью), наименование, адрес организации, где выполнена работа, электронный адрес
2. Полное название статьи (прописными буквами по центру)
3. Аннотация (содержит основные цели предмета исследования, главные результаты и выводы объёмом не более 8 строк)
4. Ключевые слова (не более 10)
5. Текст публикации
6. Список источников (по центру), оформленная в соответствии с требованиями.

Далее пункты 1,2,3,4 дублируются на английском языке.

Список источников в конце статьи представляется в транслитерации.

Основные сведения об авторе содержат:

- имя, отчество, фамилию автора (полностью);
- наименование организации (учреждения), её подразделения, где работает или учится автор (без обозначения организационно-правовой формы юридического лица: ФГБУН, ФГБОУ ВО, ПАО, АО и т. п.);
- адрес организации (учреждения), её подразделения, где работает или учится автор (город и страна);
- электронный адрес автора (e-mail);
- открытый идентификатор учёного (Open Researcher and Contributor ID – ORCID) (при наличии).

Адрес организации (учреждения), где работает или учится автор, может быть указан в полной форме.

Электронный адрес автора приводят без слова “e-mail”, после электронного адреса точку не ставят.

ORCID приводят в форме электронного адреса в сети «Интернет». В конце ORCID точку не ставят.

Наименование организации (учреждения), её адрес, электронный адрес и ORCID автора отделяют друг от друга запятыми.

Пример –

Сергей Юрьевич Глазьев

Финансовый университет, Москва, Россия, serg1784@mail.ru,

<https://orcid.org/0000-0003-4616-0758>

1. В случае, когда автор работает (учится) в нескольких организациях (учреждениях), сведения о каждом месте работы (учёбы), указывают после имени автора на разных строках и связывают с именем с помощью надстрочных цифровых обозначений.

Пример –

Арник Ашотовна Асратян^{1, 2}

¹*Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почетного академика Н.Ф. Гамалеи, Москва, Россия, zasratyan@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0003-1288-7561>*

²*Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия*

2. Если у статьи несколько авторов, то сведения о них приводят с учётом нижеследующих правил.

Имена авторов приводят в принятой ими последовательности.

Сведения о месте работы (учёбы), электронные адреса, ORCID авторов указывают после имён авторов на разных строках и связывают с именами с помощью надстрочных цифровых обозначений ¹⁾.

Пример –

Пётр Анатольевич Коротков¹, Алексей Борисович Трубянов², Екатерина Андреевна Загайнова³

¹*Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия, korotr@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0340-074X>*

²*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия, true47@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2342-9355>*

³*Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия, e.zagaynova@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5432-7231>*

3. Если у авторов одно и то же место работы, учёбы, то эти сведения приводят один раз.

Пример –

Юлия Альбертовна Зубок¹, Владимир Ильич Чупров²

^{1, 2}*Институт социально-политических исследований, Федеральный научно-исследовательский социологический центр, Российская академия наук, Москва, Россия*

¹*uzubok@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3108-261>*

²*chuprov443@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7881-9388>*

После сведений обо всех авторах на отдельной строке в начале статьи.

Пример –

Автор, ответственный за переписку: Иван Васильевич Перов, ivp@mail.ru

Corresponding author: Ivan V. Perov, ivp@mail.ru

4. Когда приводят электронный адрес только одного автора или данный автор указан отдельно как ответственный за переписку, электронные адреса других авторов приводят в дополнительных сведениях об авторах в конце статьи.

5. Сведения об авторе (авторах) повторяют на английском языке после заглавия статьи на английском языке. Имя и фамилию автора (авторов) приводят в транслитерированной форме на латинице полностью, отчество сокращают до одной буквы (в отдельных случаях, обусловленных особенностями транслитерации, – до двух букв).

Пример –

Sergey Yu. Glaz'ev

Financial University, Moscow, Russia, serg1784@mail.ru,

<https://orcid.org/0000-0003-4616-0758>

6. Дополнительные сведения об авторе (авторах) могут содержать:
- полные имена, отчества и фамилии, электронные адреса и ORCID авторов, если они не указаны на первой полосе статьи (см. 4.9.2.2);
 - учёные звания;
 - учёные степени;
 - другие, кроме ORCID, международные идентификационные номера авторов.

Дополнительные сведения об авторе (авторах) приводят с предшествующими словами «Информация об авторе (авторах)» (“Information about the author (authors)”) и указывают в конце статьи после «Списка источников».

Пример –

Информация об авторах

***Ю.А. Зубок – доктор социологических наук, профессор;
В.И. Чупров – доктор социологических наук, профессор.***

Information about the authors

***Ju.A. Zubok – Doctor of Science (Sociology), Professor;
V.I. Chuprov – Doctor of Science (Sociology), Professor.***

Пример –

Информация об авторе

С. Ю. Глазьев – д-р экон. наук, проф., акад. Рос. акад. наук.

Information about the author

S. Yu. Glaz'ev – Dr. Sci. (Econ.), Prof., Acad. of the Russ. Acad. of Sciences.

7. Аннотацию формируют по ГОСТ Р 7.0.99. Объем аннотации не превышает 250 слов. Перед аннотацией приводят слово «Аннотация» (“Abstract”).

Вместо аннотации может быть приведено резюме. Объем резюме обычно не превышает 250–300 слов.

8. Ключевые слова (словосочетания) должны соответствовать теме статьи и отражать её предметную, терминологическую область. Не используют обобщённые и многозначные слова, а также словосочетания, содержащие причастные обороты.

Количество ключевых слов (словосочетаний) не должно быть меньше 3 и больше 15 слов (словосочетаний). Их приводят, предваряя словами «Ключевые слова:» (“Keywords:”), и отделяют друг от друга запятыми. После ключевых слов точку не ставят.

Пример –

Книгоиздание России в 2019 г.

Галина Викторовна Перова¹, Константин Михайлович Сухоруков²

^{1, 2}Российская книжная палата, Москва, Россия

¹perova_g@tass.ru

²a-bibliograf@mail.ru

Аннотация. Авторы приводят основные статистические показатели отечественного книгоиздания за 2019 г., анализируя состояние выпуска печатных изданий и тенденции развития издательского дела в России.

Ключевые слова: издательское дело, статистика книгоиздания, Российская книжная

Publishing in Russia in 2019

Galina V. Perova¹, Konstantin M. Sukhorukov²

^{1, 2}Russian Book Chamber, Moscow, Russia

¹perova_g@tass.ru

²a-bibliograf@mail.ru

Abstract. *The authors provide the main statistics of the Russian book publishing in 2019, analyzing the output indicators of printed publications and trends in the publishing industry in Russia.*

Keywords: *publishing, publishing statistics, Russian Book Chamber, Russia.*

9. После ключевых слов приводят слова благодарности организациям (учреждениям), научным руководителям и другим лицам, оказавшим помощь в подготовке статьи, сведения о грантах, финансировании подготовки и публикации статьи, проектах, научно-исследовательских работах, в рамках или по результатам которых опубликована статья.

Эти сведения приводят с предшествующим словом «Благодарности:». На английском языке слова благодарности приводят после ключевых слов на английском языке с предшествующим словом “Acknowledgments:”.

Пример –

Благодарности: *работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 17-77-3019; авторы выражают благодарность Алексею Вадимовичу Зимину за предоставление данных о донной топографии в Белом море.*

Acknowledgments: *the work was supported by the Russian Science Foundation, Project № 17-77-300; the authors are grateful to Aleksey V. Zimin for providing the bottom topography data of the White Sea.*

10. Знак охраны авторского права приводят по ГОСТ Р 7.0.1 внизу первой полосы статьи с указанием фамилии и инициалов автора (-ов) или других правообладателей и года публикации статьи.

Знак охраны авторского права приводят внизу первой полосы статьи с указанием фамилий и инициалов авторов и года публикации статьи.

© Олесова Е.И., 2022

или

© Левитская Н.Г., Бойкова О.Ф., Киян Л.Н., 2022.

11. Перечень затекстовых библиографических ссылок помещают после основного текста статьи с предшествующими словами «**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**». Использование слов «Библиографический список», «Библиография» не рекомендуется.

12. В перечень затекстовых библиографических ссылок включают записи только на ресурсы, которые упомянуты или цитируются в основном тексте статьи.

Библиографическую запись для перечня затекстовых библиографических ссылок составляют по ГОСТ Р 7.0.5.

13. Отсылки на затекстовые библиографические ссылки оформляют по ГОСТ Р 7.0.5.

14. Библиографические записи в перечне затекстовых библиографических ссылок

нумеруют и располагают в порядке цитирования источников в тексте статьи.

15. Дополнительно приводят перечень затекстовых библиографических ссылок на латинице (“**REFERENCES**”) согласно выбранному стилю оформления перечня затекстовых библиографических ссылок, принятому в зарубежных изданиях: Harvard, Vancouver, Chicago, ACS (American Chemical Society), AMS (American Mathematical Society), APA (American Psychological Association) и др. (см. Приложение). Нумерация записей в дополнительном перечне затекстовых библиографических ссылок должна совпадать с нумерацией записей в основном перечне затекстовых библиографических ссылок.

16. Пристатейный библиографический список помещают после перечня затекстовых ссылок с предшествующими словами «Библиографический список».

17. В пристатейный библиографический список включают записи на ресурсы по теме статьи, на которые не даны ссылки, а также записи на произведения лиц, которым посвящена статья.

Библиографическую запись для пристатейного библиографического списка составляют по ГОСТ 7.80, ГОСТ Р 7.0.100.

18. Библиографические записи в пристатейном библиографическом списке нумеруют и располагают в алфавитном или хронологическом порядке.

19. Приложение (приложения) к статье публикуют с собственным заглавием. В заглавии или подзаголовочных данных приложения приводят сведения о том, что данная публикация является приложением к основной статье.

При наличии двух и более приложений их нумеруют.

20. В статье могут быть внутритекстовые, подстрочные и затекстовые примечания.

21. Внутритекстовые примечания помещают внутри основного текста статьи в круглых скобках.

22. Подстрочные примечания помещают внизу соответствующей страницы текста статьи.

22. Затекстовые примечания помещают после основного текста статьи перед «Списком источников» с предшествующим словом «Примечания».

23. Затекстовые и подстрочные примечания связывают с текстом, к которому они относятся, знаками выноски или отсылки.

24. Внутритекстовые и подстрочные примечания, содержащие библиографические ссылки, составляют по ГОСТ Р 7.0.5.

25. При публикации статьи, переведённой с языка народов Российской Федерации или иностранного языка, а также при перепечатке статьи из другого источника в подстрочном примечании на первой полосе статьи приводят библиографическую запись на оригинальную статью по ГОСТ 7.80, ГОСТ Р 7.0.100.

26. Сведения о вкладе каждого автора, если статья имеет несколько авторов, приводят в конце статьи после «Информации об авторах». Этим сведениям предшествуют слова «Вклад авторов:» (“Contribution of the authors:”). После фамилии и инициалов автора в краткой форме описывается его личный вклад в написание статьи (идея, сбор материала, обработка материала, написание статьи, научное редактирование текста и т. д.).

Пример –

Вклад авторов:

Артемяева С. С. – научное руководство; концепция исследования; развитие методологии; участие в разработке учебных программ и их реализации; написание исходного текста; итоговые выводы.

Митрохин В. В. – участие в разработке учебных программ и их реализации; доработка текста; итоговые выводы.

Contribution of the authors:

Artemyeva S. S. – scientific management; research concept; methodology development; participation in development of curricula and their implementation; writing the draft; final conclusions.

Mitrokhin V. V. – participation in development of curricula and their implementation; follow-on revision of the text; final conclusions.

27. Сведения об отсутствии или наличии конфликта интересов и детализацию такого конфликта в случае его наличия приводят в конце статьи после «Информации об авторах». Если в статье приводят данные о вкладе каждого автора, то сведения об отсутствии или наличии конфликта интересов указывают после них.

Пример –

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ СТАТЬИ

Текст статьи предоставляется в редакцию в виде файла с названием, соответствующим фамилии первого автора статьи в формате .doc (текстовый редактор Microsoft Word 6.0 и выше), и должен отвечать нижеприведенным требованиям.

Компьютерную подготовку статей следует проводить посредством текстовых редакторов, использующих стандартный код ASCII (Multi-Edit, Norton-Edit, Lexicon), MS Word for Windows или (предпочтительно) любой из версий пакета TeX.

- Параметры страницы: формат – А4; ориентация – книжная; поля: верхнее – 2 см, нижнее – 2 см, левое – 2 см, правое – 2 см.

- Шрифт Times New Roman; размер шрифта – 12 pt; межстрочный интервал – 1; отступ (абзац) – 1,25.

Следует различать дефис (-) и тире (–). Дефис не отделяется пробелами, а перед тире и после ставится пробел.

Перед знаком пунктуации пробел не ставится.

Кавычки типа « » используются в русском тексте, в иностранном – “ ”.

Кавычки и скобки не отделяются пробелами от заключенных в них слов, например: (при 300 К).

Все сокращения должны быть расшифрованы.

Подписи к таблицам и схемам должны предшествовать последним. Подписи к рисункам располагаются под ними и должны содержать четкие пояснения, обозначения, номера кривых и диаграмм. На таблицы и рисунки должны быть ссылки в тексте, при этом не допускается дублирование информации таблиц, рисунков и схем в тексте. Рисунки и фотографии должны быть предельно четкими (по возможности цветными, но без потери смыслового наполнения при переводе их в черно-белый режим) и представлены в формате *.jpg, *.eps, *.tif, *.psd, *.psx. Желательно, чтобы рисунки и таблицы были как можно компактнее, но без потери качества. В таблице границы ячеек обозначаются только в «шапке». Каждому столбцу присваивается номер, который используется при переносе таблицы на следующую страницу. Перед началом следующей части в правом верхнем углу курсивом следует написать «Продолжение табл. ...» с указанием ее номера. Сложные схемы, рисунки, таблицы формулы желательно привести на отдельном листе. Не допускается создание макросов Microsoft Word для создания графиков и диаграмм.

Расстояние между строками формул должно быть не менее 1 см. Следует четко различать написание букв n, h и u ; g и q ; a и d ; U и V ; ξ и ζ ; v, ϑ и ν и т.д. Прописные и строчные буквы, различающиеся только своими размерами (C и c , K и k , S и s , O и o , Z и z и др.), подчеркиваются карандашом двумя чертами: прописные – снизу, строчные – сверху ($\underline{\underline{P}}, \underline{\underline{p}}; \underline{\underline{S}}, \underline{\underline{s}}$). Латинские буквы подчеркиваются волнистой чертой снизу, греческие – красным цветом, полужирные символы – синим.

Индексы и показатели степени следует писать четко, ниже или выше строки, и отчеркивать дужкой (\frown – для нижних индексов и \smile – для верхних) карандашом. Цифра 0 (ноль), а также сокращения слов в индексах подчеркиваются прямой скобкой – $_$.

Употребление в формулах специальных, в частности, готических и русских букв, а также символов (например, $\mathcal{L}, \mathcal{P}, \mathcal{A}, \mathcal{D}, \mathcal{M}, \mathcal{G}, \mathcal{F}, \mathcal{Z}, \mathcal{P}, \mathcal{R}, \nabla, \oplus, \exists$ и др.) следует особо отмечать на полях рукописи.

Нумерация математических формул приводится справа от формулы курсивом в круглых скобках. Для удобства форматирования следует использовать таблицы из двух столбцов, но без границ. В левом столбце приводится формула, в правом – номер формулы.

Ссылки на математические формулы приводятся в круглых скобках курсивом и сопровождаются определяющим словом. Например: ... согласно уравнению (2) ...

Транскрипцию фамилий и имен, встречающихся в ссылке, необходимо по возможности представлять на оригинальном языке (преднамеренно не русифицируя), либо приводить в скобках иноязычный вариант транскрипции фамилии.

Список источников литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.0.5 в порядке цитирования. Литературный источник в списке литературы указывается один раз (ему присваивается уникальный номер, который используется по всему тексту публикации).

ОБРАЗЦЫ ОФОРМЛЕНИЯ ССЫЛОК НА ЛИТЕРАТУРУ

Общая схема библиографического описания:

КНИГА С ОДНИМ, ДВУМЯ или ТРЕМЯ АВТОРАМИ:

ЗАГОЛОВОК (фамилия, инициалы авторов) ОСНОВНОЕ ЗАГЛАВИЕ

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ (учеб. пособие)

СВЕДЕНИЯ ОБ ОТВЕТСТВЕННОСТИ (И.О. Фамилия редактора, составителя; университет)

СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДАНИИ (2-е изд., перераб. и доп.)

МЕСТО ИЗДАНИЯ (Москва, Новосибирск)
ИЗДАТЕЛЬСТВО
ГОД ИЗДАНИЯ.
КОЛИЧЕСТВО СТРАНИЦ.

Если нет какой-либо области описания – пропускаем.

Примеры:

Книга с одним автором:

Росляков А. В. ОКС №7: архитектура, протоколы, применение. Москва: ЭкоТрендз, 2010. 315 с.

Книга с двумя авторами:

Ручкин В. Н., Фулин В. А. Архитектура компьютерных сетей. Москва: ДИАЛОГ-МИФИ, 2010. 238 с.

Книга с тремя авторами:

Тарасевич Л. С., Гребенников П. И., Леусский А. И. Макроэкономика: учебник. Москва: Высш. образование, 2011. 658с.

Максименко В. Н., Афанасьев В. В., Волков Н. В. Защита информации в сетях сотовой подвижной связи / под ред. О. Б. Макаревича. Москва: Горячая линия-Телеком, 2009. 360 с.

Книга с четырьмя и более авторами: Описание начинается с ОСНОВНОГО ЗАГЛАВИЯ. В сведениях об ответственности указываются либо все авторы, либо первый автор с добавлением в квадратных скобках сокращения "и другие" [и др.]

1. История России в новейшее время: учебник / А. Б. Безбородов, Н. В. Елисеева, Т. Ю. Красовицкая, О. В. Павленко. Москва: Проспект, 2014. 440с.

или

1. История России в новейшее время: учебник / А. Б. Безбородов [и др.]. Москва: Проспект, 2014. 440 с.

Книга без автора:

Страхование: учебник / под ред. Т. А. Федоровой. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Магистр, 2011. 106 с.

Многотомное издание:

Экономическая история мира. Европа. Т. 3 / под общ. ред. М. В. Конотопова. Москва: Издат.-торг. корпорация «Дашков и К», 2012. 350 с.

Учебное пособие вуза:

Заславский К. Е. Оптические волокна для систем связи : учеб. пособие / Сиб. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики. Новосибирск, 2008. 96 с.

или

Заславский К. Е. Оптические волокна для систем связи: учеб. пособие. Новосибирск: СибГУТИ, 2008. 96 с.

Нормативные документы:

Типовая инструкция по охране труда для пользователей персональными электронно-

вычислительными машинами (ПЭВМ) в электроэнергетике: РД153-34.0-03.298-2001. Введ. с 01.05.2001. М., 2002. 91с.

ГОСТ 7.80-2000. Библиографическая запись. Заголовок. Общие требования и правила составления. Введ. 2001-07-01. М., 2000. 7с.

Общая схема описания статей из журналов:

Фамилия И. О. автора статьи. Название статьи // Название журнала. Год. №. С.

Статья с одним автором:

Волков А. А. Метод принудительного деления полосы частот речевого сигнала // Электросвязь. 2010. № 11. С. 48-49.

Статья с тремя авторами:

Росляков А., Абубакиров Т., Росляков Ал. Системы поддержки операционной деятельности провайдеров услуг VPN // Технологии и средства связи. 2011. № 2. С. 60-62.

Статья с четырьмя и более авторами:

Сверхширокополосные сигналы для беспроводной связи / Ю. В. Андреев, А. С. Дмитриев, Л. В. Кузьмин, Т. И. Мохсени // Радиотехника. 2011. № 8. С. 83-90.

Общая схема описания электронного документа:

ЗАГОЛОВОК (фамилия, инициалы авторов)ОСНОВНОЕ ЗАГЛАВИЕ

ОБЩЕЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ МАТЕРИАЛА [Электронный ресурс]

СВЕДЕНИЯ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ЗАГЛАВИЮ : справочник

СВЕДЕНИЯ ОБ ОТВЕТСТВЕННОСТИ / под ред. И.И. Бун

МЕСТО ИЗДАНИЯ ГОРОД

ИМЯ ИЗДАТЕЛЯ

ДАТА ИЗДАНИЯ

ПРИМЕЧАНИЯ

1. Смирнов А.И. Информационная глобализация и Россия [Электронный ресурс]: вызовы и возможности. М., 2005. 1 CD-ROM.

Описание ресурсов удаленного доступа (интернет-ресурсы)описание сайта:

Название сайта [Электронный ресурс]: сведения, относящиеся к заглавию / сведения об ответственности (это данные о составителях сайта). Город: Имя (наименование) издателя или распространителя, год. URL: http: // www. (дата обращения: __.)

Пример:

1. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информ. технологий РГБ; ред. Т. В. Власенко ; Web-мастер Н. В. Козлова. Москва: Рос. гос. б-ка, 1997. URL : http://www.rsl.ru. (дата обращения: 11.12.13)

2. Исследовано в России [Электронный ресурс] : научный журнал / Моск. физ.- техн. ин-т. Долгопрудный : МФТИ, 1998 . URL: http://zhurnal.mipt.rssi.ru. (дата обращения: 11.12.13)

Материал (текст, статья), расположенный на сайте:

Фамилия И.О. авторов. Заглавие текста на экране [Электронный ресурс] // Заглавие сайта : сведения, относящиеся к заглавию / сведения об ответственности. URL : <http://www.> (дата обращения: . .)

Если нет какой-либо области описания – пропускаем.

Пример:

1.Новосибирск [Электронный ресурс]// Википедия: Свободная энциклопедия. URL: <http://www.ru.wikipedia.org/wiki/%D0%BE%D0%BE%D0%F1%E8%E1%E8%F0%F1%EA> (дата обращения: 11.12.13)

Книга из полнотекстовой электронно-библиотечной системы (эбс)

Книга с 1-3 авторами:

Карпенков С. Х. Экология [Электронный ресурс]: учебник. Электрон. Текстовые данные. М.: Логос, 2014. 400 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/21892>. ЭБС «IPRbooks».

Книга с 4 и более авторами:

Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л. А. Беклемишева [и др.]; под ред. Д. В. Беклемишева. Электрон. текстовые дан. Изд. 3-е, испр. СПб.: Лань, 2008. URL: <http://e.lanbook.com/view/book/76/>

Ссылки внутри текста

Затекстовые библиографические ссылки:

В конце абзаца текста в квадратных скобках [**3, с. 25**]

3 – номер источника в списке литературы, с. 25 – номер страницы.

Статьи, оформленные с нарушением перечисленных выше правил, редакцией не рассматриваются.

**ВЕСТНИК
БАШКИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
им. М. АКМУЛЛЫ**

№1 (69) 2023

**Редакция не всегда разделяет
мнение авторов.
Статьи публикуются в авторской редакции.**

Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2000 г.
Компьютерный набор.
Гарнитура Times.