

discovery.<sup>15,16</sup> Recently, N-based heterocycles have attracted much interest of medicinal chemists and biologists due to broad range of biological activities and plentiful applications in the extensive fields of pharmacy.<sup>17</sup> FDA databases has revealed that about 60% of unique small-molecule drugs, comprise N-based heterocycles, showing the structural significance of N-based heterocycles in drug design and drug discovery.<sup>18</sup> The prevalence of N-heterocycles in biologically active compounds can be attributed to their stability and operational efficiency in human body and the fact of that the nitrogen atoms are readily bonded with DNA through hydrogen bonding. As a matter of fact, anti-cancer activities of N-based heterocycle agents are largely due to their tendency of interaction with DNA via hydrogen bonding.<sup>19</sup> In 2014 Njardarson et al. published the first comprehensive analysis of the nitrogen based heterocycles.<sup>16</sup> This analysis showed that indeed about 60% of small-molecule drugs contain a N-based heterocycle as common architectural cores. In 2011, Baumann et al. presented an overview of the key pathways to the synthesis of the best-selling five-membered ring heterocyclic medications regardless of their kinds of heterocycles.<sup>20</sup> In the following, in 2013 the same authors presented an overview on the synthetic pathways to the best selling drugs comprising six-membered heterocyclic systems.<sup>21</sup> In 2018, Ramazani and co-workers<sup>15</sup> presented the recent advances in nitrogen-based heterocycles as useful cancer chemotherapy agents. Cancer is one of the foremost roots of death, globally. It is the result of mutation of the cells which regulate the genes and protein. Although, surgery and radiotherapy are the current therapy several drugs are also used as anticancer agents in spite of their undesired side effects. Some analogues of new isosteviol-fused pyrazoline, ursolic acid linked triazole or D-ribose linked exhibit anticancer activity at the nanomolar range.<sup>22</sup> Furthermore showing segment resemblance with histidine imidazole molecule N-based-heterocycles can be linked with protein molecules more easily than some other heterocyclic scaffolds, thus, these types of N-heterocyclics are the most promising drugs for being designed and screened as anti-cancer drugs.<sup>23</sup> We are interested in heterocyclic chemistry,<sup>24</sup> especially those containing nitrogen atom.<sup>25–33</sup> We are interested in heterocyclic chemistry,<sup>24</sup> especially those containing nitrogen atom.<sup>25–33</sup> In recent years, our group has also focused on the applications of name reactions in the total synthesis of natural products containing nitrogen heterocycles, showing diverse biological activities.<sup>34–42</sup> Armed with these experiences, in this review we try to highlight the medical usages and selected synthetic pathways of approved and market purchasable prescribed medications, containing nitrogen based-heterocycles. Having collected and categorized of about 640 medications, comprising a based-nitrogen heterocycle, we had to be selective and summaritive, limiting ourselves to most common of such pharmaceuticals, classifying them in accordance of their size of N-based heterocycles, in, four, five, six, and seven-membered rings. Moreover, the fused, bridged bicyclic nitrogen heterocycles have been also covered. In general antimicrobial drugs are recognized as bacteriostatic (i.e., tetracyclines, sulfonamides) and as antibacterial (i.e., penicillin). Beta-lactam antibiotics are categorized to four groups.

They are penicillins, cephalosporins, monobactams, and carbapenems. They all comprise a four-membered beta-lactam ring that is essential for displaying their antibactericidal activities. In 1929, penicillin was explored by Sir Alexander Fleming, who observed that one of his experimental cultures of staphylococcus was polluted with fungus that caused the bacteria to lyse.<sup>43,44</sup> Since fungus belonged to the family penicillium, he called this bactericidal substance penicillin. A decade later, a research group at Oxford University could isolated a crude substance built of a few low-molecular substances that were named penicillins (F, G, K, O, V, X). Among the various penicillins (F, G, K, O, V, X), penicillin G (benzylpenicillin), was found the most effective. Since then, penicillin G, is used as an antibiotic to treat a number of bacterial infections.<sup>45</sup> There are three main and remarkable stages to the biosynthesis of penicillin G 7 (benzylpenicillin). Initially, three amino acids-L- $\alpha$ -aminoadipic acids, L-cysteine, L-valine are condensed to a tripeptide.<sup>46–48</sup> Before the generation of this tripeptide, the amino acid L-valine is subjected to epimerization to turn out to be D-valine.<sup>49,50</sup> This tripeptide is called  $\delta$ -(L- $\alpha$ -aminoadipyl)-L-cysteine-D-valine (ACV) 4. The above epimerization and condensation reaction both are catalyzed by the enzyme  $\delta$ -(L- $\alpha$ -aminoadipyl)-L-cysteine-D-valinesynthetase (ACVS), a nonribosomal peptide synthetase or NRPS. In the second step of biosynthetic process of penicillin G 7, the catalyzed-isopenicillin N synthase (IPNS) oxidative transformation of linear ACV into the bicyclic intermediate isopenicillin N is taken place.<sup>46–49</sup> Ultimately, by isopenicillin N 6, N-acyltransferase, is trans amidated in a way that the  $\alpha$ -aminoadipyl side-chain of isopenicillin N 6 is eliminated and replaced by a phenylacetyl side-chain. This process is encoded by the gene penDE and considered as exceptional progression in providing penicillins G 7 (Scheme 1).<sup>46</sup> The total synthesis of penicillin V 20 was first achieved in 1948. It started with racemic valine 3, which was effectively converted into N-acetylpenicillamine 11. Formamide rac-13 upon resolution using brucine followed by hydrolysis, gave (-)-penicillamine hydrochloride 14. The latter was condensed with aldehyde 15 to give thiazolidine 16. The side-product epi-16 could be transformed into 16 using pyridine-induced epimerization. Elimination of protecting groups and assemblage of the phenoxyacetyl side chain provided penicilloic acid 19. Successive creation of the central amide bond was accomplished using DCC in basic conditions to afford penicillin V 20 as its potassium salt (Scheme 2).<sup>51</sup> Amoxicillin is an antibiotic employed for the treatment of several bacterial infections, involving, strep throat, pneumonia skin infections middle ear infection, and urinary tract infections etc.<sup>45,52</sup> Amoxicillin is one of the major  $\beta$ -lactam and best-selling antibiotics. It was discovered in 1958 and came into medical use in 1972 with much advantage over its precedents, for example it show higher spectrum of potency, high solubility, and high rate of absorption.<sup>53,54</sup> Amoxicillin can also be prepared by enzymatic one-pot approach which has significant imminent application in its large scale production. The process began with 6-aminopenicillanic acid (6-APA) 25, which initially activated by a substrate, such as p-hydroxyphenylglycine methyl ester (HPGM) or p-hydroxyphenylglycine amide. It is well-recognized that PGA not only convert such

substrates into an antibiotic, but also hydrolyzes penicillin G potassium salt (PGK) 21 into 6-APA 25. As a matter of fact, most of the  $\beta$ -lactam nuclei, e.g., 6-APA 25 and 7-ADCA employed in the enzymatic semi-synthetic process of  $\beta$ -lactam antibiotics are provided from the hydrolysis of PGK or cephalosporin C mediated by PGA. Thus, combination of the hydrolysis of PGK into 6-APA with the enzymatic catalysis is resulted in coupling reaction of 6-APA with p-hydroxyphenylglycine methyl ester (D-HPGM) to afford amoxicillin as the desired product. This one-pot approach avoids the number of steps in the production of  $\beta$ -lactam antibiotic, which not only skipping the isolation of 6-APA 25, but also effectively decrease the industrial cost production (Scheme 3). Cefalexin, is an antibiotic used for the treatment of several bacterial infections.<sup>55</sup> Cefalexin used for treatment of definite bacterial infections, involving those grown of the middle ear, bone and joint, skin, and urinary tract, pneumonia, strep throat and to prevent bacterial endocarditis. Cefalexin was discovered in 1967.<sup>56–58</sup> Initially, it was promoted in 1969 and 1970 under the brand names Keflex and Ceporex.<sup>59</sup> Cefalexin under generic versions and under other trade names are, inexpensively market purchasable.<sup>60</sup> Cephalexin is a first-generation cephalosporin antibiotic that was selected as the model medicine nominee to attain dose with better stability, palatability and attractive pediatric sophistication, economic and easy to take.<sup>61–68</sup> Cephalexin, [6R-[6 $\alpha$ ,7 $\beta$ (R)]]-3-methyl-8-oxo-7-[(aminophenylacetyl)amino]-5-thia-1-azabicyclo[4.2.0]oct-2-en-2-carboxylic acid 32, indeed is an analog of ampicillin, due to the acyl segment present in the structure of 7-aminocephalosporanic acid, is just the same phenylglycine segment present in ampicillin.<sup>69</sup>

#### LITERATURE:

- 1) Бахромов Х.К., Ниязов Л.Н. Квантово-химический расчет производной салициловой кислоты с пиримидином // *Universum: химия и биология* – 2020. – №. 3-2 (69). – С. 36-38.
- 2) Бахромов Х.К., Ниязов Л.Н., Гапуров У.У. 4-Гидроксибензой кислотанинг баъзи аминокислоталар билан ҳосилалари квант-кимёвий хоссалари // *Фан ва технологиялар тараққиёти*. – 2020. – № 4. – С. 74-78.
- 3) Bakhramov K.K., Niyazov L.N. Synthesis of 4-hydroxibenzoic acid derivatives with amino acids and their potential pharmacological properties // *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences* . – 2022. – №1-2 . – P. 24-27.
- 4) Norov S. K. et al. Electrode characteristics of membranes based on dibenzo-18-crown-6 derivatives // *JOURNAL OF ANALYTICAL CHEMISTRY OF THE USSR*. – 1988. – Т. 43. – №. 6. – С. 777-783.
- 5) Гуламова М. Т., Джумаева М. К. О ТРУДЕ «РОМУЗУЛ АХАДИС» АХМАДА ЗИЯВУДДИНА АЛЬ-КУМУШХАНАВИ // *Universum: общественные науки*. – 2021. – №. 11-12 (79). – С. 41-43.

6) Гуламова М. Т. Мушку анбар хидли валоят гунчаси Зиёуддин Ахмад Кумушхонавий //Имом Бухорий сабоклари журнали. – 2020. – №. 2. – С. 28-29.

7) Гуламова М. Т. Идеи Ахмада Зиявуддина аль-Кумушханаби о знании //Universum: общественные науки. – 2020. – №. 3 (63). – С. 7-9.

8) Гуламова М. Т., Садыкова С. Ш., Сафарова Н. С. Толерантность воспитание в духе терпимости //Universum: психология и образование. – 2021. – №. 2 (80). – С. 18-21.

9) Гуламова М. Т. Силсилаи шарифдаги пири комил-Зиеуддин Ахмад аль-Кумушхонавий //Жадон маданият цивилизацияси контекстида хожагон, на. – 2019.

10)

Гуламова М. Т. Ахмад Зиёуддин ал-Кумушхонавийнинг мотуридий таълимоти тугрисидаги шархлари //Falsafa va hayot xalqaro jurnal. – 2020. – №. 1.

11)

Norov S. K. et al. Complex formation of sodium, potassium and rubidium ions with alkyl derivatives of dibenzo-18-crown-6 in non-aqueous solutions //Russian journal of inorganic chemistry. – 1991. – Т. 36. – №. 2. – С. 241-245.

12)

Khutorskii V. E. et al. THE INFLUENCE OF SOLVATION EFFECTS ON THE STABILITY OF COMPLEXES OF DIALKYLDBENZO-18-CROWN-6 WITH POTASSIUM-ION //DOKLADY AKADEMII NAUK SSSR. – 1988. – Т. 301. – №. 4. – С. 917-920.

13)

Khutorskii V. E. et al. THE INFLUENCE OF SOLVATION EFFECTS ON THE STABILITY OF COMPLEXES OF DIALKYLDBENZO-18-CROWN-6 WITH POTASSIUM-ION //DOKLADY AKADEMII NAUK SSSR. – 1988. – Т. 301. – №. 4. – С. 917-920.

14)

Gulamova M. SOCIAL AND POLITICAL LIFE IN THE PERIOD OF MUHAMMAD PORSO //Galaxy International Interdisciplinary Research Journal. – 2022. – Т. 10. – №. 9. – С. 201-205.

15)

Гуламова М. Т. ЖИЗНЕННЫЙ ПУТЬ И ДУХОВНОЕ НАСЛЕДИЕ АХМАДА ЗИЯВУДДИНА АЛЬ-КУМУШХАНАВИ //Universum: общественные науки. – 2022. – №. 5 (84). – С. 11-13.

16)

Naydarova X. Some peculiarities of the development of modern philosophy //ЦЕНТР НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ (buxdu. uz). – 2022. – Т. 20. – №. 20.

17)

Tursunovna S. O., Munisxon G. About Khoja Muhammad Porso's Risolai Qudsiya //CENTRAL ASIAN JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES AND HISTORY. – 2021. – Т. 2. – №. 3. – С. 74-80.

18)

Tursunovna S. O., Munisxon G. The Subject of dhikr in the Teachings of Tasawwuf by Hoja Muhammad Porso //Central Asian Journal of Literature, Philosophy and Culture. – 2021. – Т. 2. – №. 3. – С. 13-17.

19)

GULAMOVA M. ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ АНГЛИЙСКОГО ПИСАТЕЛЯ УИЛЬЯМА СОМЕРСЕТА МОЭМА //ЦЕНТР НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ (buxdu.uz). – 2020. – Т. 1. – №. 1.

20)

GULAMOVA M. ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ АНГЛИЙСКОГО ПИСАТЕЛЯ УИЛЬЯМА СОМЕРСЕТА МОЭМА //ЦЕНТР НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ (buxdu.uz). – 2020. – Т. 1. – №. 1.

21)

MOISEEV I. I. NS Kurnakov Institute of General and Inorganic Chemistry, USSR Academy of Sciences, Moscow //Proceedings of the Fourth International Symposium on Homogeneous Catalysis, Leningrad, USSR, September 24-28, 1984. – CRC Press, 1986. – Т. 1. – С. 39.

22)

NOROV S. K. et al. COMPLEXATION OF SODIUM, POTASSIUM AND RUBIDIUM IONS WITH ALKYL-DERIVATIVES OF DIBENZO-18-CROWN-6 IN ANHYDROUS SOLUTIONS //ZHURNAL NEORGANICHESKOI KHIMII. – 1991. – Т. 36. – №. 2. – С. 433-438.

23)

Гуламова М. Т. Концепция разума Кумушханави в работе «Джоми уль-Мутун» //Universum: общественные науки. – 2020. – №. 5 (65). – С. 8-10.

24)

Dzhuraev, D., Niyazov, L., & Sokolov, B. (2016). Phase Transitions in a Non-Uniformly Stressed Iron Borate Single Crystal. Russian Physics Journal, 59(1).

25)

Sobirzoda K. J. 4-N Diethyl Amino Butin-2 Ol-1 Synthesis Reaction Mechanism //European Journal of Innovation in Nonformal Education. – 2022. – Т. 2. – №. 3. – С. 61-67.

26)

Каримов Д. С. МЕХАНИЗМ РЕАКЦИИ СИНТЕЗА 4-Н ДИЭТИЛАМИНОБУТИН-2 ОЛ-1 //ТАЪЛИМ ВА РИВОЖЛАНИШ ТАҲЛИЛИ ОНЛАЙН ИЛМИЙ ЖУРНАЛИ. – 2022. – С. 17-24.

27)

Sobirzoda K. J. 4-N Diethyl Amino Butin-2 Ol-1 Synthesis Reaction Mechanism //EUROPEAN JOURNAL OF INNOVATION IN NONFORMAL EDUCATION. – 2022. – Т. 2. – №. 3. – С. 61-67.

28)

Каримов, Ж. С. (2022). ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ КАТАЛИЗАТОРА И ТЕМПЕРАТУРЫ НА УХОД ПРОДУКТА В РЕАКЦИИ АМИНОМЕТИЛИРОВАНИЯ. PEDAGOGS journali, 4(1), 357-361.

29)

Каримов Ж. С., Ниязов Л. Н. Производные тиомочевины с гидроксibenзойными кислотами //Universum: химия и биология. – 2021. – №. 8 (86). – С. 61-63.

30)

Каримов Ж. С. ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ КАТАЛИЗАТОРА И ТЕМПЕРАТУРЫ НА УХОД ПРОДУКТА В РЕАКЦИИ АМИНОМЕТИЛИРОВАНИЯ //PEDAGOGS journali. – 2022. – Т. 4. – №. 1. – С. 357-361.

31)

Каримов, Д. С. (2022). МЕХАНИЗМ РЕАКЦИИ СИНТЕЗА 4-N ДИЭТИЛАМИНОБУТИН-2 ОЛ-1. TA'LIM VA RIVOJLANISH Tahlili ONLAYN ILMIY JURNALI, 17-24.

32)

Каримов Ж. С., Ниязов Л. Н. ПРОИЗВОДНЫЕ ТИОМОЧЕВИНЫ С ГИДРОКСИБЕНЗОЙНЫМИ КИСЛОТАМИ //Главный редактор. – 2021. – С. 61.

33)

Каримов Ж.С., Гапуров У.У. ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ КАТАЛИЗАТОРА И ТЕМПЕРАТУРЫ НА УХОД ПРОДУКТА В РЕАКЦИИ АМИНОМЕТИЛИРОВАНИЯ // Вестник науки и образования. 2021. №17-2 (120). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-prirody-katalizatora-i-temperatury-na-uhod-produkta-v-reaktsii-aminometilirovaniya> (дата обращения: 09.12.2022).

34)

Sobirzoda K. J. 4-N Diethyl Amino Butin-2 Ol-1 Synthesis Reaction Mechanism //European Journal of Innovation in Nonformal Education. – 2022. – Т. 2. – №. 3. – С. 61-67.

35)

Karimov, J. S. . (2022). Synthesis of Salicylic Acid Compounds Retaining the Thiomachevin Fragment. American Journal of Social and Humanitarian Research, 3(11), 421–427. Retrieved from <https://www.grnjournals.us/index.php/ajshr/article/view/1760>

36)

Ниязов Л.Н., Брель А.К., Бахромов Ҳ.Қ., Гапуров У.У. 4-гидроксibenзой кислотанинг ҳосилалари потенциал дори воситалари сифатида / Материалы конференции I Республиканской научно-практической конференции фармакологов с международным участием: Актуальные вопросы фармакологии: от разработки лекарств до их рационального применения – Бухара, Узбекистан 28-29 мая 2020 год. С. 159-160

37)

Ниязов Л.Н., Брель А.К., Бахромов Ҳ.Қ., Гапуров У.У. Квантово-химическое исследование N-[8-(4-ацетоксибензоил)амино]каприлата калия / Материалы конференции I Республиканской научно-практической конференции фармакологов с международным участием: Актуальные вопросы фармакологии: от разработки лекарств до их рационального применения – Бухара, Узбекистан 28-29 мая 2020 год. С. 160-161

38)

Ниязов Л.Н., Брель А.К., Бахромов Ҳ.Қ., Гапуров У.У. Салициоилглициннинг дикалийли тузи ҳосиласи синтези. / Кимёнинг долзарб муаммолари: Республика илмий амалий анжуман – Тошкент. Узбекистан 4-5 февраль. 2021 год. . – 269 б.

39)

Ниязов Л.Н., Брель А.К., Бахромов Ҳ.Қ., Гапуров У.У., Каримов Ж.С. Синтез натриевой соли производной салициловой кислоты. Сборник трудов международной научно-теоретической конференции на тему: «Куатбековские чтения-1: Уроки Независимости», посвященной 30-летию Независимости Республики Казахстан – Шимкент, Казахстан 23 апрель 2021 год. С. 29

40)

Conformational analysis of 3-[(2-hydroxyphenyl)carbonyl] amino propanoic acid II // международная онлайн научно-практическая конференция «актуальные вопросы фармакологии: от разработки лекарств до их рационального применения» сборник тезисов - Бухара, Узбекистан 6 – 7 мая 2021 года С. 176.

41)

G'apurov U.U., Niyazov L.N., TIBBIY KIMYO FANINI O'QITISHDA VIRTUAL KIMYO LABORATORIYALARDAN FOYDALANISHNING AHAMIYATI // "Kimyo va tibbiyot: nazariyadan amaliyotgacha" Xalqaro ishtirok bilan respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallar to'plami. – Buxoro.O'zbekiston 7-8 oktyabr 2022 yil. 217-219 b.

42)

Niyazov L.N., G'apurov U.U., Djunaidov X.X., P-AMINOBENZOY KISLOTASINING

43)

4-

GIDROOKSIBENZOY KISLOTASI BILAN HOSILASINING TERMIK TAHLILI // "Kimyo va tibbiyot: nazariyadan amaliyotgacha" Xalqaro ishtirok bilan respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallar to'plami. – Buxoro.O'zbekiston 7-8 oktyabr 2022 yil. 181-182 b.

44)

Садуллаева Г. Г. К., Джумаева М. К. Синтез, структура и свойства Ni (II) и Zn (II) комплексных соединений на основе альдегида бензоилуксуса //Universum: химия и биология. – 2021. – №. 12-2 (90). – С. 14-17.

45)

Гуламова М. Т., Джумаева М. К. О ТРУДЕ «РОМУЗУЛ АХАДИС» АХМАДА

ЗИЯВУДДИНА АЛЬ-КУМУШХАНАВИ //Universum: общественные науки. – 2021. – №. 11-12 (79). – С. 41-43.

46)

Садуллаева Г. Г. К., Джумаева М. К., СИНТЕЗ С. И. С. N. I. И ZN (II) КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ АЛЬДЕГИДА БЕНЗОИЛУКСУСА //Universum: химия и биология. – 2021. – №. 12-2. – С. 90.

47)

Kayumovna D. M., Gaybullayevna S. G. CHEMICAL PROCESSES IN THE SYNTHESIS OF BIOLOGICALLY ACTIVE IMPORTANT COMPOUNDS //TA'LIM VA RIVOJLANISH Tahlili ONLAYN ILMIY JURNALI. – 2022. – Т. 2. – №. 4. – С. 248-252.

48)

Джумаева М. К. МЕХАНИЗМ ОСНОВНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АЗОТСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЯХ ПРИ СИНТЕЗЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ //Zamonaviy dunyoda tabiiy fanlar: Nazariy va amaliy izlanishlar. – 2022. – Т. 1. – №. 9. – С. 1-6.

49)

Курбанова Ф. Н., Ихтиярова Г. А., Джумаева М. К. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАРБОКСИМЕТИЛ ЭФИРОВ ХИТОЗАНА ИЗ ПОДМОРА ПЧЕЛ //Universum: технические науки. – 2022. – №. 3-5 (96). – С. 18-22.

50)

Сафарова Нафиса Сулаймоновна, Джумаева Махфуза Каюмовна. Ақлий ҳужум усулини дарсдан ташқари машғулотларда қўллаш имкониятлари(тиббий кимё фани мисолида)// Наманган давлат университети илмий ахборотномаси.- 2022.- №3. С. 641-646.

51)

Джумаева М. К., Сафарова Н. С. КЛАССИФИКАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ //TA'LIM VA RIVOJLANISH Tahlili ONLAYN ILMIY JURNALI. – 2022. – Т. 2. – №. 9. – С. 51-58.

52)

Safarova N. S. Some ways to increase the educational and conscious activity of students of medical institutes in chemistry classes //European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences. – 2020. – Т. 2020.

53)

Safarova N. S., G'afurov U. U., Omonov X. T. Venn grafik uslubidan kimyo darslarida foydalanish //Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 134-138.

54)

Application of interactive methods in medical education: clustering technique in teaching of heterocyclic compounds / N. Safarova, L. Niyazov, E. L. Nikolaev, S. A. Petunova // Proceedings of the 37th International Business Information Management Association



Conference Innovation Management and information Technology impact on Global Economy in the Era of Pandemic, Cordoba, 30–31 мая 2021 года. – Cordoba: IBIMA Publishing, 2021. – P. 3092-3096. – EDN UYPVRC.

55)

Safarova Nafisa Sulaymonovna, & Karimov Javokhir Sobirzoda. (2022). GENERALITY AND DIFFERENCES BETWEEN SITUATION PROBLEMS AND CASE METHODS. INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL SCIENCE & INTERDISCIPLINARY RESEARCH ISSN: 2277-3630 Impact Factor: 7.429, 11(03), 155–159. Retrieved from <https://gejournal.net/index.php/IJSSIR/article/view/349>

56)

Sadullayeva G. G., Rakhmatov S. B. AMPEROMETRIC METHOD OF ANALYSIS AND ITS ADVANTAGES OVER OTHER METHODS //INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH IN COMMERCE, IT, ENGINEERING AND SOCIAL SCIENCES ISSN: 2349-7793 Impact Factor: 6.876. – 2022. – Т. 16. – №. 2. – С. 4-8.

57)

Садуллаева Г. Г. К., Джумаева М. К. СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА NI (II) И ZN (II) КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ АЛЬДЕГИДА БЕНЗОИЛУКСУСА //Universum: химия и биология. – 2021. – №. 12-2 (90). – С. 14-17.

58)

Садуллаева Г. Г. К., Джумаева М. К., СИНТЕЗ С. И. С. N. I. И ZN (II) КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ АЛЬДЕГИДА БЕНЗОИЛУКСУСА //Universum: химия и биология. – 2021. – №. 12-2. – С. 90.

59)

Sadullayeva G. G., Karimova S. A. ERITMALAR KONSENTRATSIYASINI IFODALASH BO'YICHA MASALALAR YECHISH USULLARI //Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2022. – Т. 2. – №. 3. – С. 909-915.

60)

Sadullayeva G. G. THE USE OF IMIDAZOLE IN MEDICINE //TA'LIM VA RIVOJLANISH TAHLILI ONLAYN ILMIIY JURNALI. – 2022. – Т. 2. – №. 9. – С. 41-47.

61)

Gaybullayevna S. G. HETEROCYCLIC COMPOUNDS THAT ARE IMPORTANT IN MEDICINE //TA'LIM VA RIVOJLANISH TAHLILI ONLAYN ILMIIY JURNALI. – 2022. – Т. 2. – №. 4. – С. 209-213.

62)

Sh, Shukurov B. "Rakhmatov Sh. B., Fayzullayev NI High silicon zeolite preparation from kaolin." Scientific journal of SamSU 5.109 (2018): 106-111.

63)

Rakhmatov, Sh B., and N. I. Fayzullayev. "Coke Formation of Catalyst on the Ethylene Preparation from the Oxycondensation of Methane and its Regeneration." International Journal of Advanced Science and Technology 29.03 (2020): 7875-7884.

64)

Fayzullaev, N. I., and Sh B. Raxmatov. "Kinetics and Mechanisms of Oxycondensation Reaction in Methane Molybden-Marganets-Zirconium Catalysis." International Journal of Psychosocial Rehabilitation 24.04 (2020): 1475.

65)

Rakhmatov, Sh B., et al. "The study of the properties of hoipolloi resin-modified lignin and hexamethylenetetramine." Новый университет (2014): 24

66)

Rakhmatov S. B. et al. The study of the properties of hoipolloi resin-modified lignin and hexamethylenetetramine //Новый университет. – 2014. – С. 24.

67)

Sh, S. B. (2018). Rakhmatov Sh. B., Fayzullayev NI High silicon zeolite preparation from kaolin. Scientific journal of SamSU, 5(109), 106-111.

68)

Rakhmatov, S. B., & Fayzullayev, N. I. (2020). Coke Formation of Catalyst on the Ethylene Preparation from the Oxycondensation of Methane and its Regeneration. International Journal of Advanced Science and Technology, 29(03), 7875-7884.

69)

Fayzullaev, N. I., & Raxmatov, S. B. (2020). Kinetics and Mechanisms of Oxycondensation Reaction in Methane Molybden-Marganets-Zirconium Catalysis. International Journal of Psychosocial Rehabilitation, 24(04), 1475.

70)

Rakhmatov, S. B., Amonov, M. R., Nazarov, S. I., & Ostonova, N. B. (2014). The study of the properties of hoipolloi resin-modified lignin and hexamethylenetetramine. Новый университет, 24.

71)

Андреев, И. С., Арипов, Х. К., Махсудов, Ж. Т., & Рахматов, Ш. Б. (1994). Полупроводниковые приборы многослойной структуры: транзисторы и тиристоры.

72)

Raxmatov, S. B., & Fayzullayev, N. I. (2018). Metanni katalitik oksikondensatlash. СамДУ илмий ахборотномаси, (3), 97.

73)

Рахматов Ш. Б. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОКСИКОНДЕНСИРОВАНИЯ МЕТАНА //Universum: технические науки. – 2020. – №. 10-3 (79). – С. 8-11.

## ПИРРОЛ КАК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЕ ВЕЩЕСТВО

**Садуллаева дочь Гульмиры Гайбуллы**

*Бухарский государственный медицинский институт*

*Ассистент*

Насыщенные, ненасыщенные и ароматические гетероциклы по степени ненасыщенности. Соответствующие циклические соединения близки по свойствам к неароматическим гетероциклам (амины, амиды, простые и сложные эфиры и др.). 5- и 6-членных гетероциклов, система, содержащая замкнутое сопряжение ( $4n + 2$ ) электронов, имеет ароматический характер (см. лекцию № 2). Такие соединения по свойствам родственны бензолу и являются родственными ароматическими гетероциклическими соединениями. Для них, как и для систем для бензоидов, наиболее характерны реакции замещения. При этом гетероатом выполняет роль «внутренней» функции, определяющей скорость и направление реакций.

Общая природа конкретных ароматических гетероциклических соединений. Далее рассмотрим азотсодержащие ароматические гетероциклы.

2. Пятичленные азотсодержащие гетероциклы представляют собой один гетероатом

Пиррол

Пиррол представляет собой ароматический гетероцикл с 5 атомами азота и одним атомом азота.

Ароматическая система пиррола включает 6 р-электронов: четыре р-электрона от двойной связи и два от гетероатома.

Атом азота с парой электронов выступает в роли донора, увеличивая электронную плотность на атомах углерода цикла. Поэтому пирролы называют р-протяженными гетероциклами.

Химические свойства

Химические свойства пиррола определяются наличием в ароматической системе полярной связи N-H.

Кислотно-основные свойства

Неподеленная пара электронов азота входит в состав ароматического секстета электронов, поэтому пиррол практически лишен основных свойств (). Необходимо определить основную силу пиррола, поскольку он является ацидофобным соединением и полимеризуется с кислотами.