



ВОСТОЧНО ЕВРОПЕЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2024.1.104

#07(104), 2024 часть 1

Восточно Европейский научный журнал
(Санкт-Петербург, Россия)

Журнал зарегистрирован и издается в России

В журнале публикуются статьи по всем научным направлениям.

Журнал издается на русском, английском и польском языках.

Статьи принимаются до 30 числа каждого месяца.

Периодичность: 12 номеров в год.

Формат - A4, цветная печать

Все статьи рецензируются

Бесплатный доступ к электронной версии журнала.

Редакционная коллегия

Главный редактор - Адам Барчук

Миколай Вишневецки

Шимон Анджеевский

Доминик Маковски

Павел Левандовски

Ученый совет

Адам Новицкий (Варшавский университет)

Михал Адамчик (Институт международных отношений)

Питер Коэн (Принстонский университет)

Матеуш Яблоньски (Краковский технологический университет имени Тадеуша Костюшко)

Петр Михалак (Варшавский университет)

Ежи Чарнецкий (Ягеллонский университет)

Колуб Френнен (Тюбингенский университет)

Бартош Высоцкий (Институт международных отношений)

Патрик О'Коннелл (Париж IV Сорбонна)

Мацей Качмарчик (Варшавский университет)

#07(104), 2024 part 1

Eastern European Scientific Journal
(St. Petersburg, Russia)

The journal is registered and published in Russia

The journal publishes articles on all scientific areas.

The journal is published in Russian, English and Polish.

Articles are accepted till the 30th day of each month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

Editorial

Editor-in-chief - Adam Barczuk

Mikolaj Wisniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Pawel Lewandowski

Scientific council

Adam Nowicki (University of Warsaw)

Michal Adamczyk (Institute of International Relations)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jablonski (Tadeusz Kosciuszko Cracow University of Technology)

Piotr Michalak (University of Warsaw)

Jerzy Czarnecki (Jagiellonian University)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Institute of International Relations)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (University of Warsaw)

**Давид Ковалик (Краковский
технологический университет им. Тадеуша
Костюшко)**

**Питер Кларквуд (Университетский
колледж Лондона)**

Игорь Дзедзич (Польская академия наук)

**Александр Клиmek (Польская академия
наук)**

**Александр Роговский (Ягеллонский
университет)**

Кехан Шрайнер (Еврейский университет)

**Бартош Мазуркевич (Краковский
технологический университет им. Тадеуша
Костюшко)**

Энтони Маверик (Университет Бар-Илан)

**Миколай Жуковский (Варшавский
университет)**

**Матеуш Маршалек (Ягеллонский
университет)**

**Шимон Матысяк (Польская академия
наук)**

**Михал Невядомский (Институт
международных отношений)**

Главный редактор - Адам Барчук

1000 экземпляров.

Отпечатано в ООО «Логика+»

198320, Санкт-Петербург,

Город Красное Село,

ул. Геологическая,

д. 44, к. 1, литера А

«Восточно Европейский Научный Журнал»

Электронная почта: info@eesa-journal.com,

<https://eesa-journal.com/>

**Dawid Kowalik (Kracow University of
Technology named Tadeusz Kościuszko)**

Peter Clarkwood (University College London)

Igor Dzedzic (Polish Academy of Sciences)

**Alexander Klimek (Polish Academy of
Sciences)**

Alexander Rogowski (Jagiellonian University)

Kehan Schreiner (Hebrew University)

**Bartosz Mazurkiewicz (Tadeusz Kościuszko
Cracow University of Technology)**

Anthony Maverick (Bar-Ilan University)

Mikołaj Żukowski (University of Warsaw)

Mateusz Marszałek (Jagiellonian University)

**Szymon Matysiak (Polish Academy of
Sciences)**

**Michał Niewiadomski (Institute of
International Relations)**

Editor in chief - Adam Barczuk

1000 copies.

Printed by Logika + LLC

198320, Region: St. Petersburg,

Locality: Krasnoe Selo Town,

Geologicheskaya 44 Street,

Building 1, Litera A

"East European Scientific Journal"

Email: info@eesa-journal.com,

<https://eesa-journal.com/>

СОДЕРЖАНИЕ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Алирзаева Э.Н.

СОРБЦИЯ ИОНОВ УРАНА (VI) СОРБЕНТОМ НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРА МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА СО СТИРОЛОМ, МОДИФИЦИРОВАННЫМ 1-(1-МЕТИЛАМИНО) ПРОПАН-2-ИЛ) ТИОМОЧЕВИНОЙ4

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бердиев У.Ф., Худайкулов И.Х., Ашуров Х.Б.

ПРОТОНООБМЕННАЯ МЕМБРАНА ДЛЯ ВАНАДИЕВЫХ ПРОТОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА8

Бойдадаев М.Н.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СЕТЕВЫХ ПЛАГИНОВ ОРКЕСТРАТОРА KUBERNETES ...15

Будилов И.Н., Агеев Г.К., Акбашев В.Р.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКА СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТРУБОПРОВОДА ОБВЯЗКИ КОМПРЕССОРА24

Гайбуллоев Н.А.

ТЕЛЕМЕДИЦИНА — НОВАЯ ЭРА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ: ВОЗМОЖНОСТИ, ПРЕИМУЩЕСТВА И ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ32

Давидовский А.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПУБЛИЧНЫХ ОБЛАКОВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ 5G СЕТЕЙ.....36

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Ermachenko M.F., Ivanov R.A., Klimova O.S., Sergeeva L.I., Nomokonov V.I., Popelkov A.A.

A RETROSPECTIVE ANALYSIS OF THE TREATMENT OF PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS IN THE INTENSIVE CARE UNIT41

СОЦИАЛЬНЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Зыль А.Н.

ПСИХОЛОГИЯ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В КРИПТОВАЛЮТЫ: МОТИВАЦИЯ И ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ44

Нескоромный С.В.

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА В РОССИИ.53

Петрова Е.И.

ПАТРИОТИЗМ КАК СОЦИАЛЬНЫЙ ФЕНОМЕН В КОНТЕКСТЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ И ГРАЖДАНСКОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ55

Smetana V.V.

PHILOSOPHICAL STUDY OF CONTINUITY AND EMBODIMENT IN THE CONTEXT OF DIGITAL CONSCIOUSNESS58

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Alirzayeva E.N.

*graduate student, Baku State University
AZ 1148, Azerbaijan, Baku, Z. Khalilov, 23*

SORPTION OF URANIUM (VI) IONS BY SORBENT BASED ON A COPOLYMER OF MALEIC ANHYDRIDE WITH STYRENE MODIFIED WITH 1-(1-METHYLAMINO) PROPAN-2-YL THIUREA

Алирзаева Эльнара Нугзари

*аспирант, Бакинский государственный университет
AZ 1148, Азербайджан, Баку, улица З.Халилова, 23*

СОРБЦИЯ ИОНОВ УРАНА (VI) СОРБЕНТОМ НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРА МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА СО СТИРОЛОМ, МОДИФИЦИРОВАННЫМ 1-(1-МЕТИЛАМИНО) ПРОПАН-2-ИЛ) ТИОМОЧЕВИНОЙ

[DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2024.1.104.489](https://doi.org/10.31618/ESSA.2782-1994.2024.1.104.489)

Summary: In this article discusses the results of a study of the concentration of trace amounts of uranium (VI) by a polymeric chelating sorbent with fragments of 1-(1-(methylamino) propan-2-yl) thiourea. Optimal conditions of sorption (pH_{opt} , sorption time - τ , influence of ionic strength - μ) were determined from the dependence of the sorption capacity (CE, mg / g) on the parameter under study. The sorption capacity of the sorbent (CE) was determined from the saturation curve plotted under optimal sorption conditions. The maximum degree of uranium extraction by sorbents is achieved from solutions with pH 5. Sorption equilibrium is achieved after 2 hours of contact of the solution with the sorbent. With an increase in the concentration of uranyl ion in the solution, the amount of sorbed metal increases and at a concentration of $6 \cdot 10^{-3}$ mol/L it becomes maximum ($pH = 5$, $C = 6 \cdot 10^{-3}$ mol/L, $V_{gen} = 20$ ml, $m_{sorb.} = 0.05$ g, $CE = 427$ mg/g). The detection limits (3σ , $n = 20$) are 11.2 ng/ml. Was studied the effect of equal concentrations of various mineral acids ($HClO_4$, H_2SO_4 , HNO_3 , HCl) on the desorption of uranium (VI) from the sorbent.

Аннотация: В данной статье обсуждаются результаты исследования концентрирования микроколичеств урана (VI) полимерным хелатообразующим сорбентом с фрагментами 1-(1-(метиламино) пропан-2-ил) тиомочевин. Оптимальные условия сорбции (pH_{opt} , время сорбции - τ , влияние ионной силы - μ) определяли по зависимости сорбционной емкости (СЕ, мг/г) от исследуемого параметра; сорбционную емкость сорбента (СЕ) определяли по кривой насыщения, построенной в оптимальных условиях сорбции. Максимальная степень извлечения урана сорбентами достигается из растворов с pH 5. Сорбционное равновесие достигается через 2 часа контакта раствора с сорбентом. При увеличении концентрации уранил-иона в растворе количество сорбированного металла увеличивается и при концентрации $6 \cdot 10^{-3}$ моль/л становится максимальным ($pH=5$, $C=6 \cdot 10^{-3}$ моль/л, $V_{ген}=20$ мл, $m_{сорб.}=0.05$ г, $CE=427$ мг/г). Пределы обнаружения (3σ , $n=20$) составляют 11.2 нг/мл. Изучено влияние одинаковых концентраций различных минеральных кислот ($HClO_4$, H_2SO_4 , HNO_3 , HCl) на десорбцию урана (VI) из сорбента.

Key words: uranium, sorption, sorbent, concentration, desorption.

Ключевые слова: уран, сорбция, сорбент, концентрирование, десорбция.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из распространенных методов концентрирования микроколичеств элементов является их сорбционное извлечение из растворов синтетическими сорбентами. Поэтому получение сорбентов на основе синтетических материалов органического и неорганического происхождения – одна из основных задач аналитической химии. И разработка на их основе методов концентрирования и извлечения микроэлементов всегда актуальна. Методам иммобилизации реагентов на поверхности различных сорбентов и их использованию для концентрирования металлов в различных объектах посвящен ряд работ [1-8].

Важным направлением в практике использования синтетических сорбентов является целенаправленный синтез новых селективных сорбентов и улучшение аналитических

характеристик уже известных за счет введения в матрицу сорбента функциональных аналитических групп, которые могут взаимодействовать с ионами металлов с образованием комплексов, хелатов, или ионных ассоциатов.

Данная работа посвящена разработке метода концентрирования и определения следовых количеств урана (VI) в твердой фазе с использованием сорбентов, модифицированных специфическими органическими реагентами.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В работе использовались аналитически чистые реагенты. Раствор урана (VI) с концентрацией 0,01 моль/л готовили растворением образца $UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ в дистиллированной воде [9]. Точная концентрация приготовленного раствора определялась комплексонометрическим методом. Растворы более низкой концентрации готовили

разбавлением исходных растворов. Для создания необходимой кислотности в исследуемых растворах использовали фиксанал HCl, буферные растворы ацетата аммония и NaOH. Ионная сила была создана рассчитанным количеством KCl. Для фотометрического определения урана (VI) в качестве реагента использовали 2,2',3,4-тетрагидрокси-3'-сульфо-5'-хлоразобензол. Реагент синтезирован по методике [10]. Соединения, используемые при синтезе реагентов и сорбентов: пирогаллол, амины, нитрит натрия, минеральные кислоты, хлорид калия, малеиновый ангидрид, стирол аналитической чистоты (закуплены у фирмы «Скерон», расположенной в Москве). Кислотность исследуемых растворов контролировали с помощью рН-метра «PHS-25» (Америка). Оптическую плотность растворов регистрировали на фотоколориметре КФК-2 (Россия).

Хелатообразующий сорбент на основе сополимера малеинового ангидрида со стиролом был синтезирован и идентифицирован согласно работе [11]. Модификацию сополимера проводили по следующей схеме: порцию сополимера помещали в круглодонную колбу, добавляли водно-органический раствор амина – 1- (1-метиламино) пропан-2-ил) тиомочевины и формальдегид. Смесь перемешивали в течение одного часа при нагревании. Затем его фильтровали через фильтр «синяя лента» и промывали водным раствором для удаления остатков формальдегида.

Сорбционная способность сорбента исследована в статических условиях. 2 мл 10^{-2} М раствора урана (VI) добавляют к 50 мг сорбента и оставляют в буферной среде при рН 1-10. Смесь фильтруют и измеряют оптическую плотность при $\lambda = 490$ нм. Количество урана (VI), остающегося в растворе, определяется на основе зависимости оптической плотности от концентрации, и соответственно рассчитывается количество сорбированных ионов металла.

ИК-спектры сорбента регистрировали на микроскопе LUMOS FT-IR (фирма BRUKER, Германия) в диапазоне частот волн $600-4000$ cm^{-1} .

Исследование зависимости сорбции ионов урана (VI) от рН проводилось в статических условиях методом ограниченного объема из раствора с концентрацией $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л в диапазоне рН 3.0–9.0 с буферными растворами ацетата аммония.

Изотерма сорбции была получена в статических условиях при рН 5.0 (буферный раствор ацетата аммония) из растворов ионов урана (VI) с концентрацией от $1 \cdot 10^{-4}$ до $2.0 \cdot 10^{-2}$ моль/л.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ ИК-спектров показал, что синтезированный сорбент координирован как бидентатный лиганд. Сравнение ИК-спектров сорбента и комплекса, образующегося в фазе сорбента, показывает, что при комплексообразовании наблюдаются сдвиги в частотах колебаний групп в блоках сорбента. На основании сдвигов частот валентных колебаний NH_2 и COO^- по сравнению со спектрами лигандов был сделан вывод, что в этих соединениях металл координирован с амино- и карбоксильными группами.

Оптимальные условия сорбции элементов (рН_{опт}, время сорбции - τ , влияние ионной силы - μ) определялись по зависимости сорбционной емкости (СЕ, мг/г) от исследуемого параметра; Сорбционную емкость сорбента (СЕ) определяли по кривой насыщения, построенной в оптимальных условиях сорбции.

Зависимость степени извлечения U (VI) от рН растворов с сорбентами представлена на рисунке 1. Максимальная степень извлечения урана сорбентами достигается из растворов с рН 5. Была изучена зависимость сорбции от времени исследования. Результаты исследования показали, что сорбционное равновесие достигается через 2 часа контакта сорбента с металлом. Для всех дальнейших экспериментов время установления сорбционного равновесия составляло 2 часа.

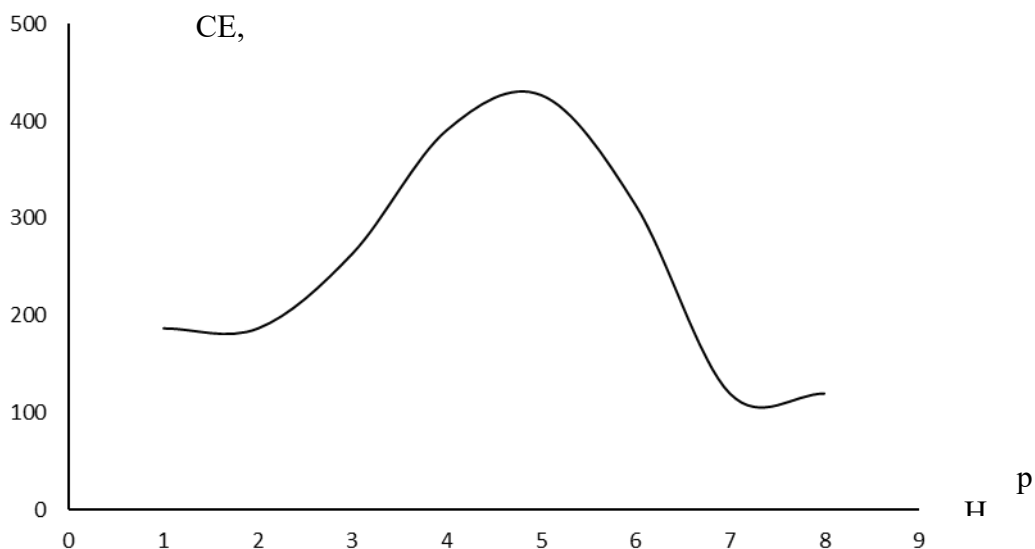


Рис 1. Влияние pH среды на сорбцию урана.
 $m_{\text{сорб}}=50 \text{ мг}$, $V_{\text{об}}=20 \text{ мл}$, $C=6 \cdot 10^{-3} \text{ М}$

Ионная сила раствора существенно влияет на гибкость твердофазной матрицы и состояние функциональных групп аналитического реагента [13]. Поэтому была исследована зависимость аналитического сигнала от концентрации раствора KCl в диапазоне 0.2-1.6 М. Отмечено отрицательное влияние увеличения ионной силы раствора на свойства сорбента, что объясняется экранированием координационно-активных групп ионами электролита [13]. Влияние ионной силы

раствора исследовали фотометрическим методом. Результаты исследования показали, что значительное снижение сорбции металлов происходит из растворов KCl с концентрацией более 0.6 М.

Одним из основных критериев оценки сорбционных равновесий являются изотермы сорбции, определяющие зависимость величины сорбции вещества от его начальной концентрации в растворе. На рис.2. приведена изотерма сорбции урана на сорбенте.

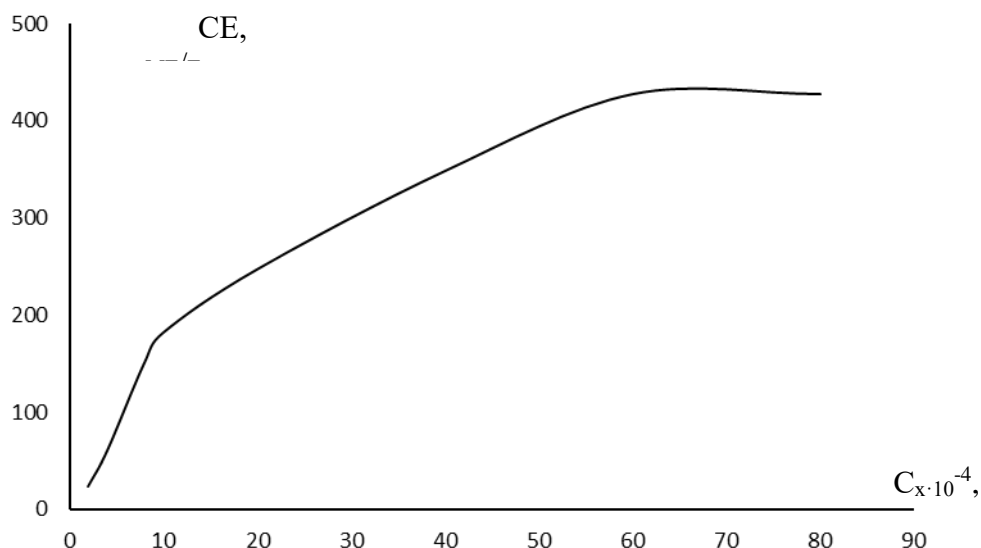


Рис 2. Изотерма сорбции урана (VI) полученным сорбентом.
 $m_{\text{сорб}}=50 \text{ мг}$, $V=20 \text{ мл}$, $\text{pH}=5$

С увеличением концентрации иона уранила в растворе количество сорбированного металла увеличивается и при концентрации $6 \cdot 10^{-3}$ моль/л становится максимальным ($\text{pH} = 5$, $C_{\text{UO}_2^{2+}} = 6 \cdot 10^{-3}$ моль/л, $V_{\text{ген}} = 20 \text{ мл}$, $m_{\text{сорб.}} = 0.05 \text{ г}$, $\text{CE} = 427 \text{ мг/г}$).

Исследована возможность десорбции урана (VI) растворами различных минеральных кислот (HCl, HClO₄, HNO₃, H₂SO₄). Были получены данные о степени элюирования урана в зависимости от концентрации кислот. Результаты анализа

показали, что хлорная кислота является самым лучшим десорбирующим элюэнтном.

Предел обнаружения при 3σ , $n = 20$ [14] равен 11.2 нг/мл. Его можно улучшить, увеличив объем пробы, если экстракция количественная.

Сорбцию ионов урана (VI) исследовали в статическом режиме. Количественное определение урана (VI) проводили по калибровочной кривой. Разработан метод определения урана (VI) в нефтешламах с использованием синтезированного сорбента.

Результаты показали, что хелатный сорбент на основе сополимера малеинового ангидрида со стиролом, синтезированный модификацией 1- (1-(метиламино) пропан-2-ил) тиомочевина в присутствии формальдегида, может быть использован для концентрирования урана. Разработанный метод является более экономичным, быстрым и экологически безопасным по сравнению с [15-17]. Кроме того, установлено, что регенерированный сорбент можно повторно использовать для процессов концентрирования.

Список литературы:

[1] Metilda P, Sanghamitra K, Mary Gladis J, et al. Amberlite XAD-4 functionalized with succinic acid for the solid phase extractive preconcentration and separation of uranium(VI). *Talanta*. 2005;65(1):192-200. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2004.06.005>

[2] Kobuke Y, Tanaka H, Ogoshi H Imidedioxime as a significant component in so-called amidoxime resin for uranyl adsorption from seawater. *Polymer Journal*. 1990;22(2):179-182. <https://doi.org/10.1295/polymj.22.179>

[3] Fanq-Li F, Zhi Q, Jing B, et al. Rapid removal of uranium from aqueous solutions using magnetic Fe₃O₄@SiO₂ composite particles. *Journal of environmental radioactivity*. 2012;106:40-46. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2011.11.003>

[4] Jian Z, Zhiqiang G, Yuan L, et al. Effect of environmental conditions on the sorption of uranium on Fe₃O₄@MnO₂ hollow spheres. *Journal of Molecular Liquids*. 2016;223:534-540. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2016.07.136>

[5] Xin L, Hong-ying H, Jun-yi Y, Wen-yu Z Selection of suitable microalgal species for sorption of uranium in radioactive wastewater treatment. *Huan jing ke xue= Huanjing kexue*. 2016;37(5):1858-1863.

[6] Gunathilake C, Gorka J, Dai S, Jaroniec M Amidoxime modified mesoporous silica for Uranium adsorption under seawater conditions. *J. Mater. Chem. A*. 2015;3:11650-11659. <https://doi.org/10.1039/C5TA02863A>

[7] Choi SH, Nho YC Adsorption of UO₂²⁺ by polyethylene adsorbents with amidoxime, carboxyl, and amidoxime/carboxyl group. *Radiat. Phys. Chem.*

2000;57(2):187-193. [https://doi.org/10.1016/S0969-806X\(99\)00348-5](https://doi.org/10.1016/S0969-806X(99)00348-5)

[8] Ali AH, Nough E Rhodamine-B modified silica for uranium(VI) extraction from aqueous waste samples. *Separation Science and Technology*. 2019;54(4):602-614. <https://doi.org/10.1080/01496395.2018.1512620>

[9] Коростелев П.П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ. М.: Наука; 1964. [Korostelev PP Prigotovlenie rastvorov dlja himiko-analiticheskikh rabot. Moscow: Nauka; 1964. (In Russ).]

[10] Гамбаров Д.Г. Диссертация на соискание ученой степени доктора химических наук. М.: МГУ; 1984. [Gambarov DG Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni doktora himicheskikh nauk. Moscow: Moscow State University; 1984. (In Russ).]

[11] Алиева Р.А., Гамидов С.З., Чырагов Ф.М. Исследование сорбции Zn (II) химически модифицированным синтетическим сорбентом. *BU Xəbərçari*. 2007. 2. С.28-34. [Alieva RA, Gamidov SZ, Chyragov FM Issledovanie sorbcii Zn (II) himicheski modifitsirovannym sinteticheskim sorbentom. BU Xhabarlari. 2007;2:28-34. (In Russ).]

[12] Корреляции и прогнозирование аналитических свойств органических реагентов и хелатных сорбентов. Под ред. д.х.н. Н.Н. Басаргина, д.х.н. Э.И. Исаева. М.: Наука; 1986. [Korreljacija i prognozirovanie analiticheskikh svojstv organicheskikh reagentov i helatnyh sorbentov. Edited by d.c.s. Basargin NN, d.c.s. Isaev II. Moscow: Nauka; 1986. (In Russ).]

[13] Мельник Т.А. Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук. Воронеж: УГЛУТУ; 2005. [Mel'nik TA Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata himicheskikh nauk. Voronezh: UGLTU; 2005. (In Russ).]

[14] Основы аналитической химии. Под ред. Золотова Ю. А. М.: Высшая школа; 1999. Т. 1. [Osnovy analiticheskoy himii. Edited by Zolotov JA. Moscow: Vysshaja shkola; 1999. V.1. (In Russ).]

[15] Khalili F, Al-Banna Gh Adsorption of uranium(VI) and thorium(IV) by insolubilized humic acid from Ajloun soil – Jordan. *Journal of environmental radioactivity*. 2015;146(8):16-26. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2015.03.035>

[16] Singhal RK, Basu H, Pimple MV Spectroscopic determination of U(VI) species sorbed by the Chlorella (Chlorella pyrenoidosa) fresh water alge. *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry*. 2013;298(1),587-592.

[17] Hosseini-Bandegharai A, Sarwghadi M, Heydarbeigi A, et al. Solid phase Extraction of trace amounts of uranium(VI) in environmental water samples using an extractant impregnated resin followed by detection with UV-Vis Spectrophotometry. *Journal of chemistry*. 2013. ID 671564. <https://dx.doi.org/10.1155/2013/671564>

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 678.744.72

Бердиев У.Ф., Худайкулов И.Х., Ашуров Х.Б.**Институт ионно-плазменных и лазерных технологий имени У.А. Арифова Академии наук
Узбекистана, Узбекистан, 100125, г.Ташкент, ул. Дурмон йули, 33*

ПРОТОНООБМЕННАЯ МЕМБРАНА ДЛЯ ВАНАДИЕВЫХ ПРОТОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА

U.F. Berdiyev, I. Kh. Ashurov, I. Kh. Khudaykulov, Kh.B. Ashurov.**¹U.A.Arifov Institute of ion-plasma and laser technologies of the Uzbekistan Academy of Sciences
33, Durmon yuli, 100125, Tashkent, Uzbekistan*

PROTON EXCHANGE MEMBRANA FOR VANADIUM FLOW BATTERIES BASED ON POLYVINYL ALCOHOL

DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2024.1.104.490

Аннотация. Приведены результаты разработки новой технологии изготовления протоннообменных мембран на основе поливинилового спирта (ПВС) с использованием янтарной кислоты, алкилбензолсульфокислоты (АБСК) и тетраэтоксисилана (ТЭОС), которые могут применены в ванадиевых проточных аккумуляторах (VRFB). ПВС был модифицирован янтарной кислотой для улучшения его характеристик, а АБСК введена для увеличения протонной проводимости. Метод золь-геля использовался для внедрения наночастиц оксида кремния из ТЭОС, что дополнительно улучшало протонную проводимость. Сравняя проводимость композитных мембран, полученных в данном исследовании, с коммерческими мембранами Nafion 117, можно отметить, что проводимость предлагаемой мембраны составила 0,174 См*см-1 при толщине 151 мкм, тогда как у мембраны Nafion 117 этот показатель составляет 0,203 См*см-1 при толщине 154 мкм. Близость результатов протонной проводимости указывает на перспективу использования синтезированных мембран в ванадиевых проточных аккумуляторах. Это является важным шагом в разработке более эффективных и более доступных по сравнению с существующими системами хранения энергии на основе ванадиевых проточных аккумуляторов (VRFB).

Abstract. This work presents the synthesis process of hybrid proton exchange membranes based on polyvinyl alcohol intended for application in vanadium redox flow batteries. The membrane fabrication process involves the organic cross-linking of polyvinyl alcohol and the incorporation of silica dioxide nanoparticles into the polymer structure, which were obtained using the sol-gel method. These membranes underwent a comprehensive analysis utilizing infrared spectroscopy, X-ray diffraction analysis, and scanning electron microscopy (SEM), enabling the evaluation of their structure and characteristics. These investigations provided crucial insights into the material and its potential for use in vanadium redox flow battery systems. The obtained membranes represent a promising material, and the results of this study contribute to the development of energy technologies, enhancing the performance and reliability of vanadium redox flow battery systems.

Keywords: proton exchange membrane, polyvinyl alcohol, vanadium flow battery, polymer grafting with silica nanoparticles, infrared spectroscopy, X-ray phase analysis.

Введение

Рост спроса на энергию, истощение ресурсов углеводородного топлива и увеличение его вредного воздействия на окружающую среду вызывает необходимость развития зеленой энергетики [1]. Солнечная энергия и энергия ветра являются экологически чистыми видами энергии [2], но они не удобны, вследствие зависимости от природных факторов, что требует создания эффективных энергоаккумулирующих систем для хранения энергии, вырабатываемой такими источниками [3-4]. Состав подобных систем очень

широк, от механических, реализация которых зависит от рельефа местности, до электрохимических [5-6], наиболее удобных для практического применения. Одна из актуальных задач в сфере хранения электроэнергии, вырабатываемой солнечной энергетикой, связана с необходимостью повысить относительно низкую емкость большинства используемых типов электрохимических аккумуляторов. Существуют и, так называемые VRFB аккумуляторы, которые имеют большую энергоемкость, где накопление химической энергии и выработка электроэнергии

[1] Dincer, I. Energy sources. (1998) 20(4-5), 427-453.

[2] Azarpour, A., Suhaimi, S., Zahedi, G., & Bahadori, A. Arabian Journal for Science and Engineering. 2013. 38, 317-328.

[3] Hadjipaschalis, I., Poullikkas, A., & Efthimiou, V. Renewable and sustainable energy reviews. 2009. 13(6-7), 1513-1522.

[4] Ashurov, I., Iskandarov, S., Khalilov, U., Ashurov, K. Applied Solar Energy., 2022, 58(3), pp334-354

[5] Acar, C. International Journal of Energy Research, (2018). 42(12), 3732-3746.

[6] Lourenssen, K., Williams, J., Ahmadpour, F., Clemmer, R., & Tasnim, S. Journal of Energy Storage. 2019. 25. 100844.

управляются реакциями окисления и восстановления, идущих в полуэлементах единой электрохимической системы с участием ионов ванадия (V^{5+}/V^{4+}) и (V^{3+}/V^{2+}) в растворе серной кислоты и имеют большой срок службы [7]. Однако в аккумуляторах данного типа существует проблема, связанная с высокой селективностью мембран в переносе ионов ванадия, что приводит к снижению энергоэффективности VRFB. Кроме того, такие мембраны имеют высокую стоимость: например, для коммерческой мембраны "Nafion" она составляет 35-40% от общей стоимости аккумулятора.

Альтернативное решение возможно на основе применения протонообменных мембран на основе более дешевых материалов, цена которых составляет не более 10% от стоимости аккумулятора [8].

В [9] были предложены протонообменные мембраны из полиэфиркетонного полимера. В протонообменную мембрану на основе полиэфиркетона ввели добавку $SeZrO_2$, что позволило повысить протонную проводимость и значительно понизить проницаемость ионов ванадия.

Немаловажное значение имеет химическая стабильность протонообменных мембран. Чтобы улучшить этот параметр, то есть время жизни протонообменных мембран VRFB, в [10], предложена технология их получения на основе полиамидов методом полива. Хотя выбранный полиамидный материал обладает уникальной основной цепью, который может прививать различные группы посредством нуклеофильной реакции, много стадийность изготовления мембран на основе полиамидов сильно повышает их себестоимость.

Полибензимидазол мог бы стать многообещающим мембранным материалом из за его компактной морфологии, которая может препятствовать переходу ванадия. Однако его протонная проводимость составляющая всего 2–4 мСм/см⁻¹ остается проблемой для достижения высокой энергоэффективности [11-12]. Кроме того, изготовление таких мембран связано со сложными

технологическими процессами, что также удорожает их себестоимость.

Мембраны из ПВС обладают хорошей пленкообразующей способностью, низкой стоимостью, полной биоразлагаемостью, а также имеют значительное количество гидроксильных групп, которые служат мостиком для переноса протонов [13]. Однако, по сравнению с мембранами «Nafion», они обладают меньшей протонной проводимостью из-за отсутствия в матрице отрицательно заряженных ионов. Поэтому для повышения протонной проводимости этот мембранный материал необходимо модифицировать (что?) [14-15]. Для этого необходимо выяснить состояние разделения между гидрофильной/гидрофобной фазами в материале, что определяет важнейшие характеристики мембраны [16-17]. Так как макромолекула мембраны состоит из гидрофобных и гидрофильных функциональных групп, то большинство молекул воды группируются вокруг гидрофильных доменов. Следовательно, высокодисперсная структура с разделенной микрофазой может быть подходящим вариантом для улучшения водостойкости мембран, благодаря сильно гидратированным гидрофильным областям, а гидрофобные домены обеспечивают ее механическую прочность [18]. Однако, в этом случае к основной цепи в ПВС не присоединяются ионные группы, поэтому этот полимер остается плохим проводником протонов [19]. Для решения этих проблем ведутся разработки мембран на основе ПВС с..... [20,21].

В развитие этого подхода нами предлагается новая технология синтеза гибридных органико-неорганических протонообменных мембран из сшитого поливинилового спирта. А именно, прививку сополимера предложено осуществлять посредством этерификации гидроксильных групп в ПВС с карбоксильными группами янтарной кислотой. В этом случае основная цепь полимера состоит из сшитого ПВС, и она является гидрофобной частью, а водяные каналы, образующиеся в матрице полимера, предлагается снабжать наночастицами диоксида кремния,

[7] Kh. B. Ashurova, *, B. M. Abdurakhmanov, Sh. Ch. Iskandarov, T. K. Turdaliev, A. M. Salimboev, M. M. Adilov and I. J. Abdusaidov. Applied Solar Energy. 2019. 55. 119-125.
 [8] Viswanathan, V., Crawford, A., Stephenson, D., Kim, S., Wang, W., Li, B., Coffey, G., Thomsen, E., Graff, G., Balducci, P., et al. J. Power Sources. 2014. 247, 1040-1051.
 [9] Zhang, Y., Zhou, X., Xue, R., Yu, Q., Jiang, F., & Zhong, Y. International journal of hydrogen energy. 2019. 44(12), 5997-6006.
 [10] Thiam, B. G., & Vaudreuil, S. Journal of the Electrochemical Society. 2021.168(7), 070553.
 [11] Ярославцев, А. Б., Караванова, Ю. А., & Сафронова, Е. Ю. (2011). Ионная проводимость гибридных мембран. Мембраны и мембранные технологии, 1(1), 3-10.
 [12] Ikhsan, M. M., Abbas, S., Do, X. H., Choi, S. Y., Azizi, K., Hjulter, H. A., Henkensmeier D. Chemical Engineering Journal. 2022. 435, 134902.
 [13] Wong, C. Y., Wong, W. Y., Loh, K. S., Daud, W. R. W., Lim, K. L., Khalid, M., & Walvekar, R. Polymer reviews. 2020. 60(1), 171-202.

[14] Sreenath, S., Sreelatha, N. P., Pawar, C. M., Dave, V., Bhatt, B., Borle, N. G., & Nagarale, R. K. Membranes. 2023. 13(6), 574.
 [15] Gil, V. V., Porozhny, M. V., Rybalkina, O. A., Sabbatovsky, K. G., & Pismenskaya, N. D. Membranes and Membrane Technologies. 2021. 11(5), 371-381.
 [16] Ярославцев, А. Б. (2013). Перфторированные ионообменные мембраны. Высокомолекулярные соединения. Серия А, 55(11), 1367-1367.
 [17] Roy, A., Yu, X., Dunn, S., & McGrath, J. E. Journal of membrane Science. 2009. 327. (1-2), 118-124.
 [18] Kundu, S., Simon, L. C., Fowler, M., & Grot, S. Polymer. 2005. 46. (25), 11707-11715.
 [19] Shi, Y., Eze, C., Xiong, B., He, W., Zhang, H., Lim, T. M., & Zhao, J. Applied Energy. 2019. 238. 202-224.
 [20] Erkartal, M., Usta, H., Citir, M., & Sen, U. Journal of Membrane Science. 2016. 499. 156-163.
 [21] Berdiev, U. ., Khudaykulov, I. ., Iskandarov, Sh. ., & Turdaliev, T. . (2024). Mechanical properties of a proton exchange composite membrane synthesized on the basis of polyvinyl alcohol. "Uzbek Physical Journal" , 25 (4). <https://doi.org/10.52304/v25i4.479>

которые связаны сульфокислотными группами алкилбензосульфокислоты (АБСК) [22]. Такая сшитая структура ПВС, содержащая композитные группы сульфокислоты и наночастицы диоксида кремния обеспечивают повышенную взаимосвязь между ионными доменами, что способствует микрофазовому разделению и приводит к улучшению переноса протонов.

Материалы и методы исследований

Нами использованы ПВС марки «ч» с вязкостью 18 мПа•сек и степенью гидролиза 89%, (средняя $M = 85\ 000\text{--}146\ 000$ г/моль), АБСК и янтарная кислота марки «хч», а также деионизированная вода с удельным сопротивлением 10 МОм*см и ТЭОС с чистотой 99%, который получен нами в качестве побочного продукта при синтезе моносилана собственного

производства [23]. Наночастицы диоксида кремния получали прямо перед синтезом полимера, с помощью золь-гель метода, путем перемешивания при комнатной температуре в течение 2 часов, со скоростью 200 об/мин. раствора H_2O , HCl и ТЭОС, взятых в молярном соотношении 5:1:1. После этого добавляли в этот раствор АБСК. Из нашего расчета следует, что наночастицы диоксида кремния и молекулы АБСК образует комплекс (Рис.1) и это комплекс в матрице полимера за счет сульфогруппы АБСК придает ей свойство гидрофильности. Гидрофильная часть мембраны образует водные каналы, которые играют протонпроводящую роль, которая считается важной характеристикой для протон проводящих мембран.

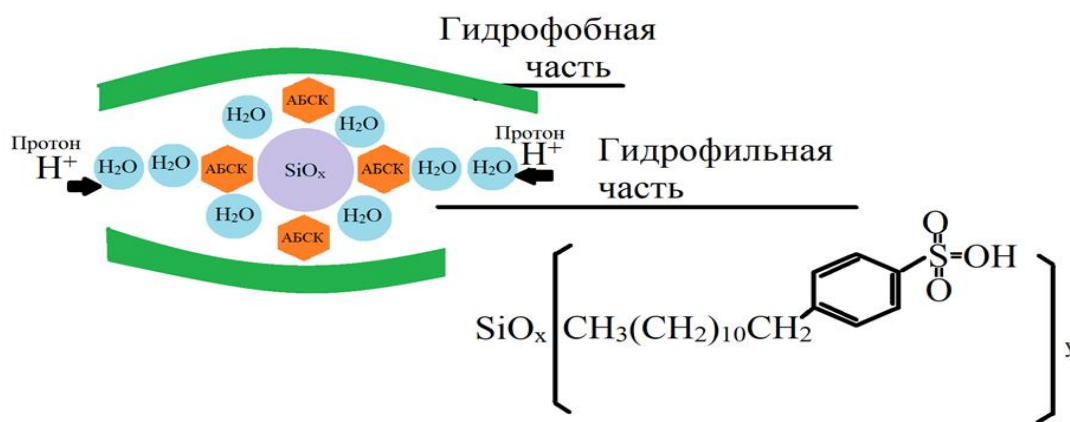
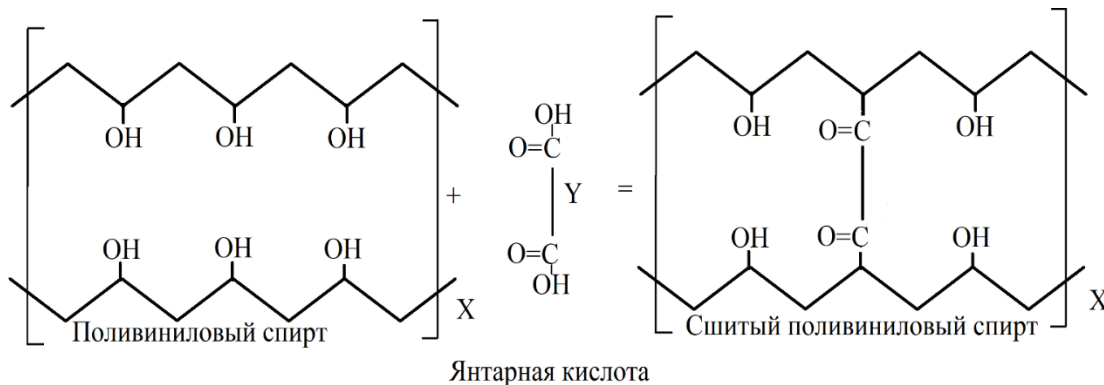


Рис 1. Схема комплекса диоксида кремния и алкилбензосульфокислоты в мембране.
Fig 1. Schema of a silica-alkylbenzenesulfonic acid complex in a membrane.

Синтез собственно протонообменной мембраны, как изделие осуществляли следующим образом. Сначала взвешивали 10 г ПВС, отбирали 90 мл деионизированной воды и медленно добавляли к ней порошок ПВС при постоянном перемешивании в течение 6 час при 90°C. После полного растворения ПВС к нему добавляли

раствор с наночастицами SiO_2 , предварительно приготовленные из ТЭОС в виде золь-геля, в количестве от 2,5 до 10% от содержания полимера. Затем добавляли 3 г янтарной кислоты, используемой для сшивки полимера (Рис.2), и перемешивали раствор до полного ее растворения, что оценивали по степени прозрачности раствора.



Сшивка поливинилового спирта с янтарной кислотой.
Fig.2. Crosslinking polyvinyl alcohol with succinic acid.

Рис 2.

[22] Adjemian, K. T., Lee, S. J., Srinivasan, S., Benziger, J., & Vocarsly, A. B. Journal of the Electrochemical Society. 2002. 149(3), A256.

[23] EP 2 905 258 B1, European patent specification method for preparing monosilane using trialkoxysilane.

Полученный органический полимер заливали в чашеобразные емкости по форме мембран и оставляли на 24 час при комнатной температуре. Полимерные пленки-заготовки мембран сушили в течение 1 час при 120°C для гарантированного завершения реакций органического сшивания в матрице ПВС.

Результаты и их обсуждение

Полученные прочные прозрачные мембраны подвергали комплексу измерений. Так, с использованием спектрометра Nicolet 6700 в ИК-диапазоне частот от 400 см⁻¹ до 4000см⁻¹ получали

инфракрасные спектры (Рис. 3) с преобразованием Фурье (FTIR) [24]. Рентгенофазовый анализ (РФА) пленок был выполнен с помощью рентгеновского дифрактометра XRD-6100 (Shimadzu, Japan), излучение CuKα (λ = 1.540600 Å).

СЭМ-микрофотографии поверхности и скол полимерной мембраны были сделаны на Jeol JSM-IT200LA (Япония). Для улучшения электропроводности полимерной мембраны ее покрыли серебром методом PVD. Толщина слоя серебра была оценена в 5 нм на спектральном эллипсометре SENTECH Instruments SER850.

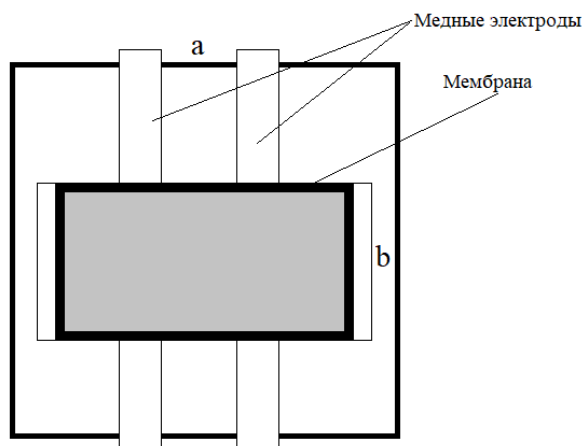
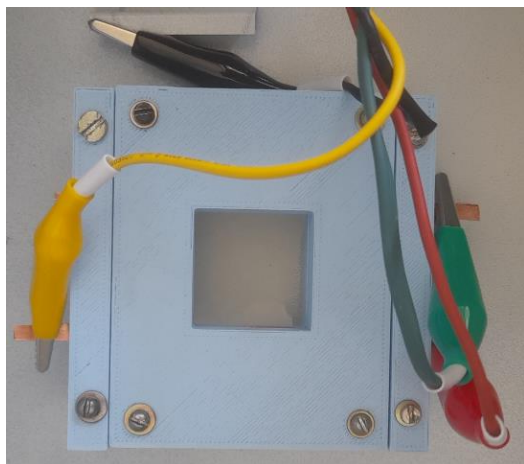


Рис 3. Фото(а) и схематическая изображения(б) электрохимической ячейки.
Fig 3. Photo and schematic representation of the electrochemical cell.

Протонную проводимость измеряли воздействием импульсов с амплитудой 0,005 В, в диапазоне частот от 10 мГц до 1 МГц в потенциостате (CORTEST 350CS, Китай), с программным обеспечением. В качестве устройства для тестирования проводимости мембраны использовали ячейку с медной пластиной, с площадью 18 см².

Полосы поглощения FTIR для чистого ПВС наблюдаются при 3200–3400, 2940, 1640, 1435 и 1095 см⁻¹. Они относятся к растяжению –ОН, растяжению –СН, растяжению –С=C, изгибу –СН и – С и –О растяжениям, соответственно. Используемый нами ПВС имеет степень гидролиза 86–89%. Следовательно, он имеет характерное растяжение –С=О при 1745 см⁻¹ из-за неполного гидролиза поливинилацетата. Так как сшивка ПВС дикарбоновыми кислотами уменьшает количество гидроксильных групп за счет образования поперечных связей сложноэфирные связи в ПВС, то, полоса интенсивности поглощения для –ОН уменьшается, и формируется новая группа пиков –С=О (сложноэфирная) в диапазоне 1710–

1748 см⁻¹. По отношению интенсивности полосы поглощения –С=О к полосе –ОН можно оценить степень сшивания [20]. Чистый ПВС имеет низкое отношение полос (–С=О к –ОН) 0,65 из-за малой полосы –С=О и большой полосы –ОН. Увеличение концентрации янтарной кислоты, являющейся сшивающим агентом, увеличивает отношение полосы –С=О к полосе –ОН в образцах сшитого ПВС, что видно на (рис.3). Это хорошо согласуется с результатами рентгенофазной дифрактограммы, из сравнения интенсивностей полос поглощения после его сшивки янтарной кислотой. Полоса 1056 см⁻¹ соответствует диоксиду кремния. Сульфогруппы имеют две полосы в областях 1148–1153 и 944–970 см⁻¹. Симметричная полоса растяжения Si-O-Si при ~ 868 см⁻¹ и асимметричного растяжения Si-O-Si при 1100–1200 см⁻¹ были положительными для исследуемого образца. Из этих данных можно сделать вывод, что диоксид кремния и АБСК образуют сложное соединение и уникальным образом располагаются в матрице мембраны ПВС с формированием протонпроводящих каналов [25].

[24] Ротштейн В.М., Турдалиев Т.К., Ашууров Х.Б. Анализ пористого нанокремния на основе спектроскопии комбинационного рассеяния света. Журнал прикладной спектроскопии. 2022;89(1):51-56.

[25] Kim, D. S., Park, H. B., Rhim, J. W., & Lee, Y. M. Solid State Ionics. 2005. 176. (1-2), 117-126.

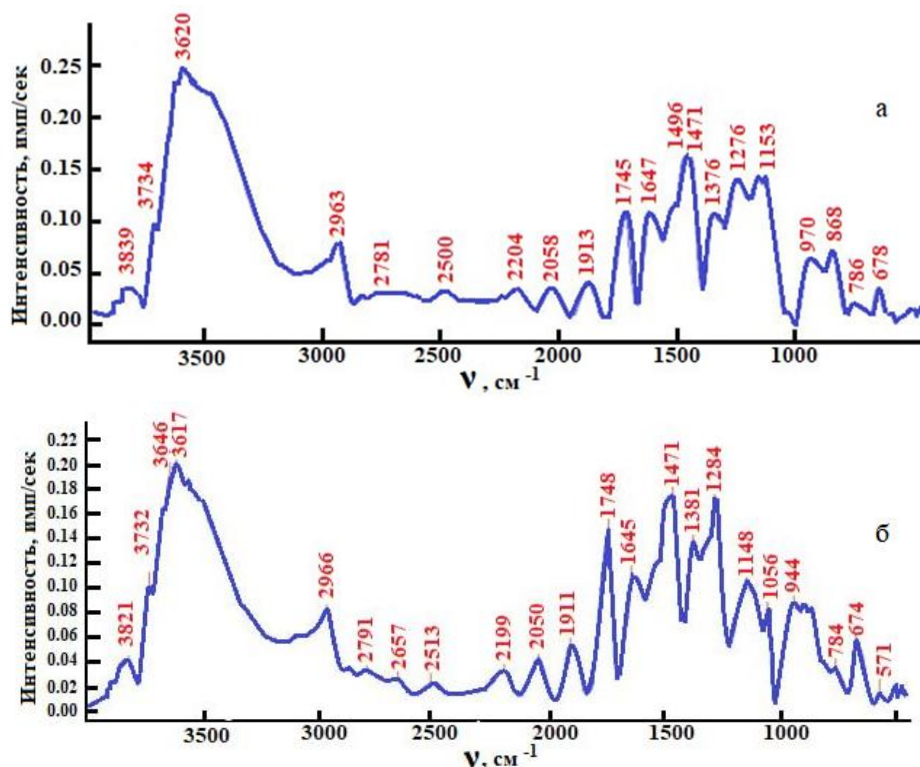


Рис.4. Инфракрасные спектры мембраны ПВС до (а) и после(б) сшивки.
Fig.4. Infrared spectra of the PVA membrane before (a) and after (b) cross-linking.

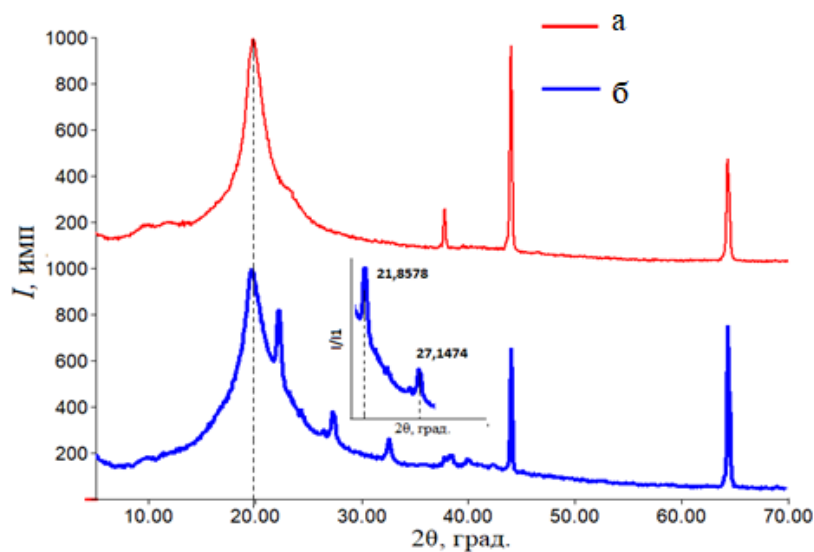


Рис.5. Рентгенофазный анализ мембраны ПВС до (а) и после(б) сшивки.
Fig.5. X-ray diffraction analysis of the PVA membrane before (a) and after (b) cross-linking.

На рентгенограмме видны пики ПВС в 4 областях. На рис.5а показано, что ПВС в исходном образце составляет $2(\theta)=19,6; 36; 44; 66$; проявляется в углах. Кристалличность полученных пиков значительна, а широкая полоса имеет высокую интенсивность. Это может быть связано с нагревом исходного образца. На рис. 5б представлен анализ рентгенофазового анализа после сшивания исходного образца. На рис. 5б видно, что образование соседних пиков

наблюдается у пика, появившегося под углом $19,6$ градуса. Это $21,8; 27,1$; а сульфогруппы в АВСК наблюдаются при 33 градусах [26]. Кроме того, наличие эфирные связи в аморфном состоянии с низкой интенсивностью указывает на образование мембран на основе ПВС за счет карбоновых кислот. РФА-анализ показывает, что химическая стабильность и физические свойства полученных мембран повышаются за счет органической сшивки полимеров.

[26] Li, H. Q., Liu, X. J., Wang, H., Yang, H., Wang, Z., & He, J. Journal of Membrane Science. 2020. 595, 117511.

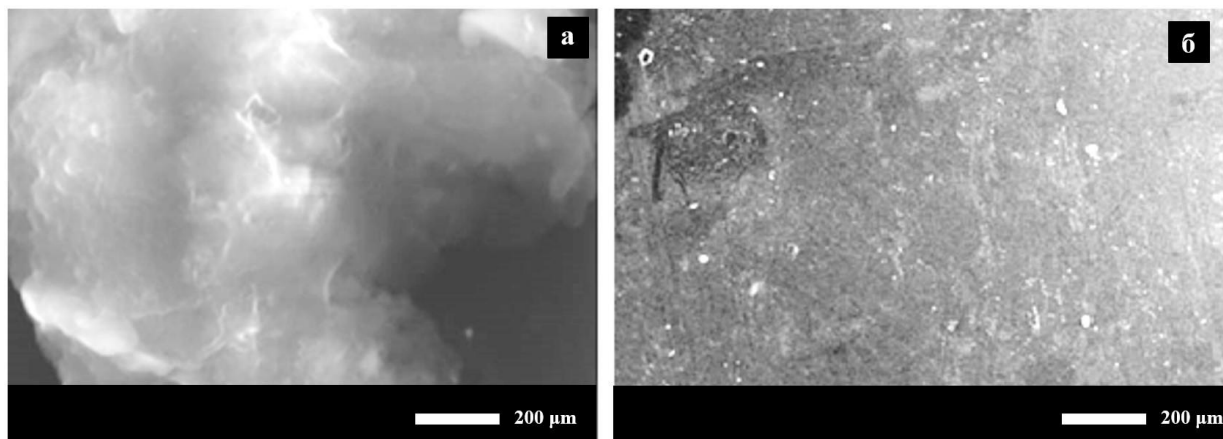


Рис.6. СЭМ изображения поверхность полимерной мембраны (а) и с наночастицами SiO₂ (б).
Fig.6. SEM images of the polymer membrane surface (a) and the composite membrane with SiO₂ nanoparticles (b).

СЭМ-микрофотографии поверхности полимерной мембраны показывают, что на рис.6а поверхность мембраны плоская и бездефектная, а на Рис.6б видны наночастицы диоксида кремния, которые образовали однородный композит с матрицей полимера и они совместно с сульфогруппами играют главную роль в процессе проводимости протонов.

Протонную проводимость протоннообменных мембран определяли по формуле:

$$\delta = \frac{a}{R \cdot b \cdot d} (I)$$

где δ - протонная проводимость, a - расстояние между электродами, R - сопротивление мембраны, b - ширина мембраны, d - толщина исследуемого образца.

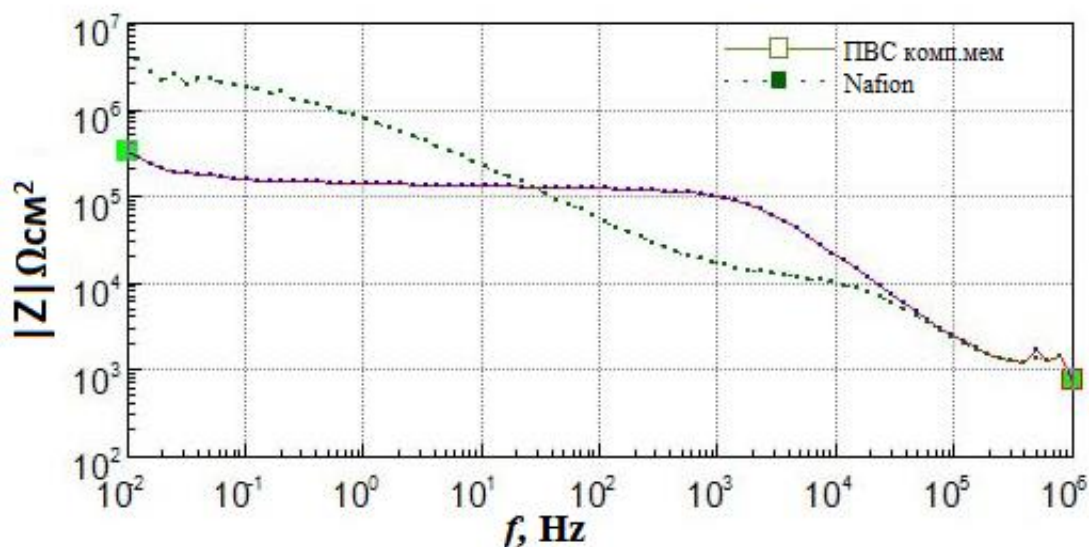


Рис.7. Зависимость проводимости от частоты композитной мембраны и Nafion 117.
Fig.7. Dependence of conductivity on frequency of a composite membrane and Nafion 117.

По спектрам импеданса рассчитывали проводимость мембран. На Рис. 7 представлены спектры импеданса композитной мембраны и Nafion 117. Рассчитанные по формуле (1) значения проводимости для композитной мембраны были - 0,174 Ом⁻¹*см⁻¹ при толщине 151мкм, и для Nafion 117 - 0,203 Ом⁻¹*см⁻¹ при толщине 154 мкм что позволяет сделать вывод, о возможности использовать синтезированные композитные мембраны на основе ПВС в ванадиевых проточных

аккумуляторах и электрохимических системах взамен дорогостоящих Nafion 117.

Заключение

Создана новая технология протоннообменных мембран на основе поливинилового спирта (ПВС), который был шит с использованием янтарной кислоты а АБСК была введена в структуру мембраны для создания ионных групп -SO₃H, что обеспечило увеличение протонной проводимости. При этом золь-гель методом было достигнуто

внедрение наночастиц оксида кремния из ТЭОС, что дополнительно улучшило протонную проводимость.

Анализ результатов измерений образцов указывает на перспективность разработанной технологии протонообменных мембран для ванадиевых проточных аккумуляторов, так как полученные мембраны на основе ПВС обладают улучшенными протонопроводящими свойствами, а их использование экономически привлекательно, что способствует созданию эффективных систем хранения энергии на основе VRFB.

Список литературы

- [¹] Dincer, I. *Energy sources*. (1998) 20(4-5), 427-453.
- [¹] Azarpour, A., Suhaimi, S., Zahedi, G., & Bahadori, A. *Arabian Journal for Science and Engineering*. 2013. 38, 317-328.
- [¹] Hadjipaschalis, I., Poullikkas, A., & Efthimiou, V. *Renewable and sustainable energy reviews*. 2009. 13(6-7), 1513-1522.
- [¹] Ashurov, I., Iskandarov, S., Khalilov, U., Ashurov, K. *Applied Solar Energy*, 2022, 58(3), pp334–354
- [¹] Acar, C. *International Journal of Energy Research*, (2018). 42(12), 3732-3746.
- [¹] Lourenssen, K., Williams, J., Ahmadpour, F., Clemmer, R., & Tasnim, S. *Journal of Energy Storage*. 2019. 25. 100844.
- [¹] Kh. B. Ashurova, *, B. M. Abdurakhmanov, Sh. Ch. Iskandarov, T. K. Turdaliev, A. M. Salimboev, M. M. Adilov and I. J. Abdusaidov. *Applied Solar Energy*. 2019. 55. 119-125.
- [¹] Viswanathan, V., Crawford, A., Stephenson, D., Kim, S., Wang, W., Li, B., Coffey, G., Thomsen, E., Graff, G., Balducci, P., et al. *J. Power Sources*. 2014. 247, 1040–1051.
- [¹] Zhang, Y., Zhou, X., Xue, R., Yu, Q., Jiang, F., & Zhong, Y. *International journal of hydrogen energy*. 2019. 44(12), 5997-6006.
- [¹] Thiam, B. G., & Vaudreuil, S. *Journal of the Electrochemical Society*. 2021.168(7), 070553.
- [¹] Ярославцев, А. Б., Караванова, Ю. А., & Сафронова, Е. Ю. (2011). Ионная проводимость гибридных мембран. Мембраны и мембранные технологии, 1(1), 3-10.
- [¹] Ikhsan, M. M., Abbas, S., Do, X. H., Choi, S. Y., Azizi, K., Hjuler, H. A., Henkensmeier D. *Chemical Engineering Journal*. 2022. 435, 134902.
- [¹] Wong, C. Y., Wong, W. Y., Loh, K. S., Daud, W. R. W., Lim, K. L., Khalid, M., & Walvekar, R. *Polymer reviews*. 2020. 60(1), 171-202.
- [¹] Sreenath, S., Sreelatha, N. P., Pawar, C. M., Dave, V., Bhatt, B., Borle, N. G., & Nagarale, R. K. *Membranes*. 2023. 13(6), 574.
- [¹] Gil, V. V., Porozhny, M. V., Rybalkina, O. A., Sabbatovsky, K. G., & Pismenskaya, N. D. *Membranes and Membrane Technologies*. 2021. 11(5), 371-381.
- [¹] Ярославцев, А. Б. (2013). Перфторированные ионообменные мембраны. Высокомолекулярные соединения. Серия А, 55(11), 1367-1367.
- [¹] Roy, A., Yu, X., Dunn, S., & McGrath, J. E. *Journal of membrane Science*. 2009. 327. (1-2), 118-124.
- [¹] Kundu, S., Simon, L. C., Fowler, M., & Grot, S. *Polymer*. 2005. 46. (25), 11707-11715.
- [¹] Shi, Y., Eze, C., Xiong, B., He, W., Zhang, H., Lim, T. M., & Zhao, J. *Applied Energy*. 2019. 238. 202-224.
- [¹] Erkartal, M., Usta, H., Citir, M., & Sen, U. *Journal of Membrane Science*. 2016. 499. 156-163.
- [¹] Berdiev, U. ., Khudaykulov, I. ., Iskandarov, Sh. ., & Turdaliev, T. . (2024). Mechanical properties of a proton exchange composite membrane synthesized on the basis of polyvinyl alcohol. "Uzbek Physical Journal" , 25 (4). <https://doi.org/10.52304/.v25i4.479>
- [¹] Adjemian, K. T., Lee, S. J., Srinivasan, S., Benziger, J., & Bocarsly, A. B. *Journal of the Electrochemical Society*. 2002. 149(3), A256.
- [¹] EP 2 905 258 B1, European patent specification method for preparing monosilane using trialkoxysilane.
- [¹] Ротштейн В.М., Турдалиев Т.К., Ашуров Х.Б. Анализ пористого нанокремния на основе спектроскопии комбинационного рассеяния света. *Журнал прикладной спектроскопии*. 2022;89(1):51-56.
- [¹] Kim, D. S., Park, H. B., Rhim, J. W., & Lee, Y. M. *Solid State Ionics*. 2005. 176. (1-2), 117-126.
- [¹] Li, H. Q., Liu, X. J., Wang, H., Yang, H., Wang, Z., & He, J. *Journal of Membrane Science*. 2020. 595, 117511.

Бойдадаев Мухаммадшахзод Нодирович
ООО «МТС ДИДЖИТАЛ»
Россия, г. Москва

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СЕТЕВЫХ ПЛАГИНОВ ОРКЕСТРАТОРА KUBERNETES

Boidadaev Mukhammadshakhzod Nodirovich
LLC «MTS DIGITAL»
Russia, Moscow

COMPARATIVE PERFORMANCE ANALYSIS OF KUBERNETES ORCHESTRATOR NETWORK PLUG-INS

DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2024.1.104.493

В статье анализируются сетевые плагины (CNI) в Kubernetes: Flannel, Cilium, Calico и Canal. Представлены описания каждого плагина, их принцип работы. Целью является сравнительный анализ различных параметров, таких как производительность, безопасность и потребление ресурсов (ОЗУ, ЦП). На основе данных, полученных в результате анализа, в статье делается вывод о том, какой плагин является лучшим выбором среди изученных.

The article analyzes network plugins (CNI) in Kubernetes: Flannel, Cilium, Calico and Canal. Descriptions of each plugin and their principle of operation are presented. The goal is a comparative analysis of various parameters, such as performance, security, and resource consumption (RAM, CPU), with performance being the central parameter being studied. Based on the data obtained as a result of the analysis, the article concludes which plugin is the best choice among those studied.

Ключевые слова: Kubernetes, CNI, Flannel, Cilium, Calico, Canal, бенчмарк, производительность
Keywords: Kubernetes, CNI, Flannel, Cilium, Calico, Canal, benchmark, performance

Введение

Kubernetes – платформа, которая обеспечивает эффективную оркестрацию контейнеров, декларативный и модульный подход к развертыванию и управлению контейнерными рабочими нагрузками, упрощая разработчикам и операторам развертывание и управление своими приложениями в масштабе. Позволяет легко управлять контейнерными приложениями, автоматизировать развертывание и масштабирование, а также обеспечивать высокую доступность и отказоустойчивость приложений.

Kubernetes также предлагает динамичную экосистему инструментов и интеграций, которые делают ее мощной платформой для создания современных облачных приложений. О некоторых инструментах (плагины) мы поговорим в нашей статье, разберем плюсы и минусы, сравним их по ряду параметров: производительности, безопасности, потреблению ресурсов.

Также в статье приведен пример мета-плагина - Multus, который поддерживает подключение всех исследуемых плагинов.

Материалы и методы исследования

Для сравнения использовались следующие сетевые плагины (CNI): Flannel, Cilium, Calico, Canal (комбинация Flannel + Calico). Анализ их параметров производился на основе данных бенчмарка этих плагинов. Для бенчмарка использовался ряд протоколов в 10 Гбитной сети: TCP, UDP, HTTP, FTP и SCP.

Тестирование проводилось на трех серверах Supermicro, подключенных через коммутатор Supermicro 10 Гбит/с. Серверы были напрямую подключены к коммутатору с помощью пассивных

кабелей SFP+ DAC и были настроены в одной и той же VLAN с включенными Jumbo-кадрами (MTU 9000). В установке использовался Kubernetes 1.14.0 на Ubuntu 18.04 LTS, который работал с Docker 18.09.2

Чтобы повысить воспроизводимость, мастер размещен на первом узле, серверная часть теста на втором сервере, а клиентская часть на третьем. Для достижения этого использовался nodeSelector в развертываниях Kubernetes.

Для лучшего восприятия сравнение представлено в виде линейных диаграмм, за эталон взято «голое железо».

Описание плагинов, их принцип работы

Плагин Flannel — это сетевое решение для Kubernetes, которое обеспечивает простой и эффективный способ подключения контейнеров к разным узлам в кластере.

Flannel можно использовать в различных облачных средах, таких как AWS, GCP, Azure и в локальных центрах обработки данных.

Принцип работы: назначает уникальный IP-адрес каждому модулю в кластере, позволяя им взаимодействовать друг с другом. Он работает путем создания наложения виртуальной сети поверх базовой физической сети, используя протокол VXLAN для инкапсуляции и маршрутизации сетевого трафика между модулями. Flannel также предоставляет простой API для настройки виртуальной сети, позволяя администраторам настраивать топологию сети и правила маршрутизации по мере необходимости.

Flannel использует распределенное хранилище ключей и значений, такое как etcd или Consul, для поддержания состояния сети и обеспечения

согласованного представления топологии сети всеми узлами. На каждом узле работает небольшой агент, называемый «flanneld», который взаимодействует с хранилищем «ключ-значение» для получения информации о конфигурации и управления сетевым интерфейсом на хосте.

Когда контейнер запускается, он запрашивает IP-адрес у агента flanneld, работающего на хосте. Агент назначает доступный IP-адрес из сетевого пула Flannel и создает виртуальный интерфейс на

узле, который соединяет пространство имен сети контейнера с оверлейной сетью Flannel.

Когда контейнер хочет связаться с другим контейнером на другом узле, он отправляет трафик на IP-адрес шлюза Flannel, который является виртуальным IP-адресом, назначенным каждому узлу в кластере. Агент Flannel на принимающем узле направляет трафик на виртуальный интерфейс целевого контейнера, а сетевой стек контейнера обрабатывает все остальное.

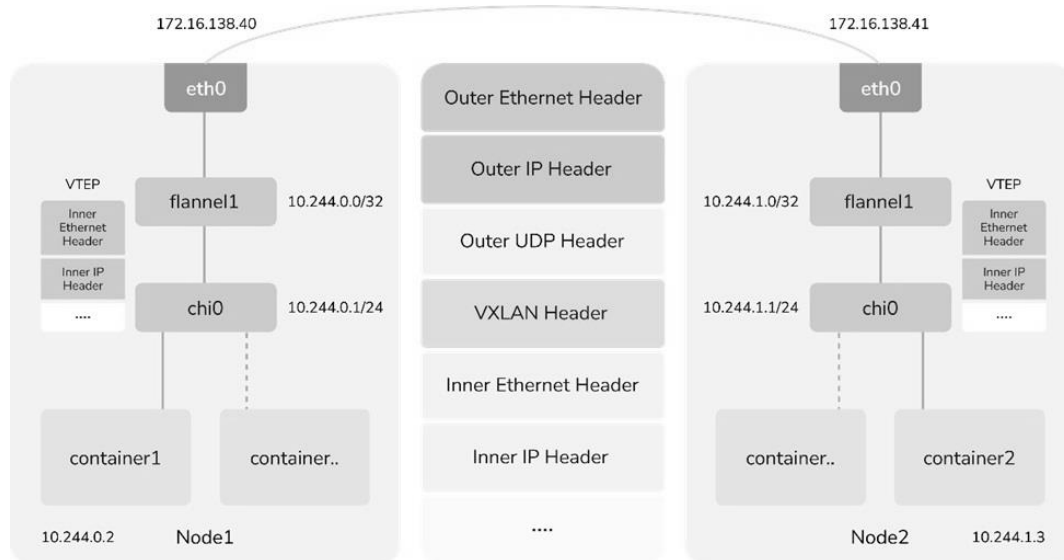


Рис. Принцип работы плагина Flannel

Cilium — это подключаемый модуль сети и безопасности для контейнерных приложений. Он предоставляет прозрачные сетевые службы и службы безопасности на основе намерений для контейнеров, упрощая применение политик и повышая прозрачность в крупномасштабных развертываниях контейнеров. Cilium использует технологии ядра Linux, такие как eBPF, для эффективной обработки сетевого трафика и применения политик на сетевом и прикладном уровнях. Он также интегрируется с Kubernetes для обеспечения динамического обнаружения сервисов и автоматического обновления политик.

Обычно он используется в облачных средах, таких как Amazon Web Services (AWS), Google

Cloud Platform (GCP) и Microsoft Azure для обеспечения безопасной связи в сети и микросервисов.

Принцип работы: обеспечивает безопасное сетевое подключение между службами приложений с использованием технологии eBPF (расширенный фильтр пакетов Berkeley). Он использует комбинацию политик уровня 3/4 и уровня 7 для принудительной изоляции и сегментации сети, а также обеспечивает видимость сетевого трафика и может использоваться для применения политик детального контроля доступа на основе меток и пространств имен Kubernetes.

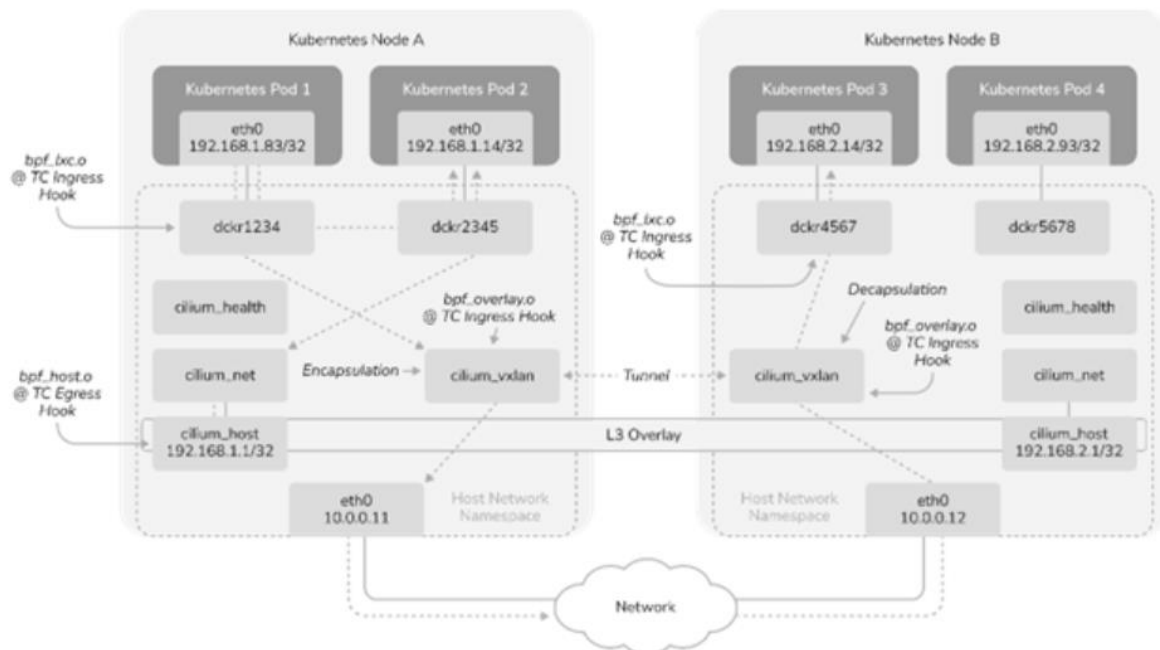


Рис. 2. Принцип работы плагина Cilium

Calico – плагин, используемый для обеспечения сетевого подключения и безопасности для контейнерных приложений в среде Kubernetes. Он использует чистый подход уровня 3 к сети, что означает, что он избегает сложности и накладных расходов, связанных с оверлейной сетью. Calico также предлагает расширенные функции безопасности, такие как принудительное применение сетевых политик, которые позволяют администраторам определять и применять подробные правила о том, как различные наборы модулей могут взаимодействовать друг с другом.

Он, так же, как и предыдущие плагины, используется в облачных средах, таких как AWS, GCP и Azure, а также в локальных центрах обработки данных.

Принцип работы: Calico обеспечивает связь между контейнерами на нескольких узлах в кластере путем создания наложения виртуальной сети.

Он использует BGP (протокол пограничного шлюза) для распределения маршрутов и

поддерживает несколько сетевых режимов, таких как IP-контейнер и хост-контейнер. Calico также обеспечивает применение сетевых политик, позволяя администраторам определять и применять правила брандмауэра и элементы управления доступом.

Когда контейнер запускается на узле Kubernetes, плагин Calico создает виртуальный Ethernet-интерфейс для контейнера и назначает ему IP-адрес. Calico определяет сетевые политики с помощью объектов Kubernetes NetworkPolicy, которые могут указывать разрешенный или запрещенный трафик на основе исходного и конечного IP-адресов, портов и протоколов.

Calico использует алгоритм распределенной маршрутизации, чтобы обеспечить эффективную маршрутизацию трафика между контейнерами, даже если они работают разных узлах. Плагин также предоставляет расширенные сетевые функции, такие как применение сетевой политики, балансировка нагрузки и формирование трафика.

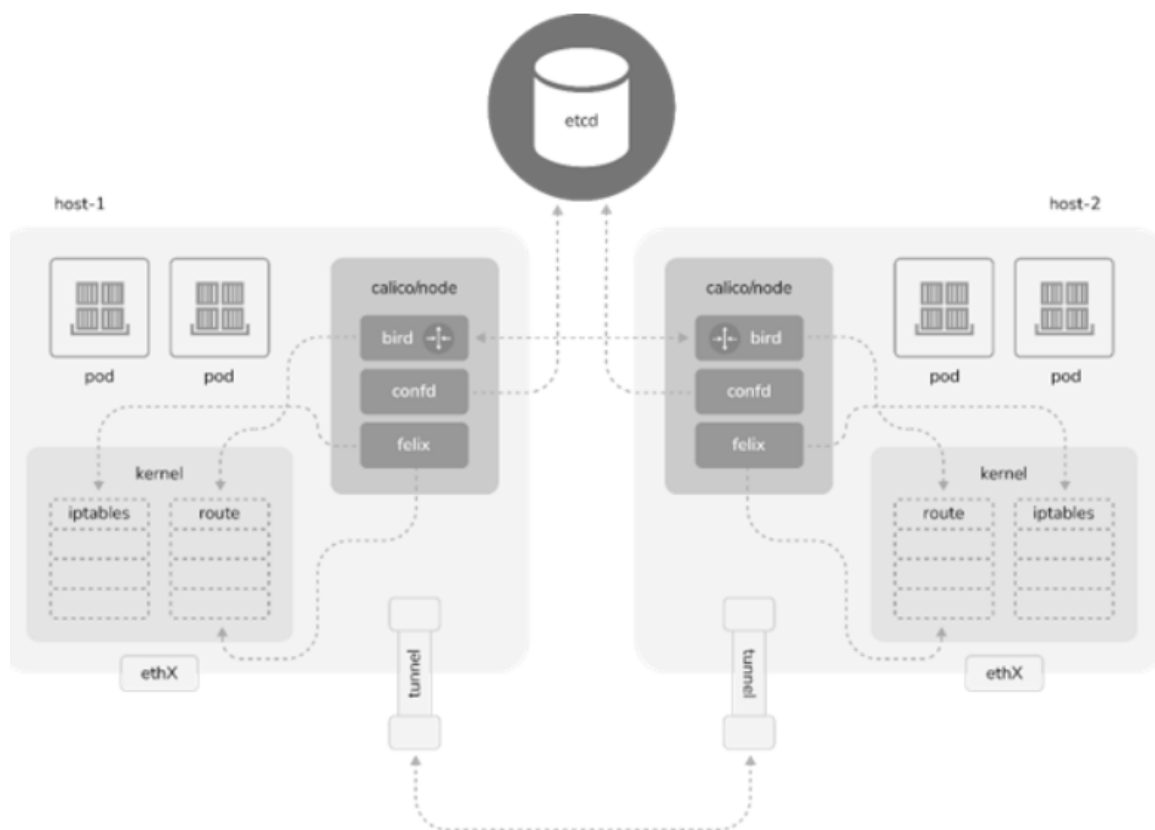


Рис. 3. Принцип работы плагина Calico

Плагин Canal использует сетевые технологии Calico и Flannel для обеспечения безопасной, масштабируемой и высокопроизводительной сети. Canal позволяет модулям в кластере Kubernetes беспрепятственно и безопасно взаимодействовать друг с другом независимо от базовой инфраструктуры. Он также обеспечивает межкластерную связь и поддерживает сетевые политики для обеспечения контроля доступа и изоляции.

Так же, как и другие плагины используется в различных облачных средах и локальных центрах обработки данных, включая AWS, GCE, Azure, OpenStack, а также на «голом железе». Плагин позволяет определять и применять сетевые политики, помогая повысить безопасность и обеспечить сетевую изоляцию между модулями.

Принцип работы: использует компоненты Flannel и Calico для обеспечения возможностей

работы в сети и применения сетевых политик. Flannel обеспечивает оверлейную сеть, а Calico обеспечивает применение сетевой политики. Плагин Canal устанавливается как набор демонов на каждом узле в кластере Kubernetes и отвечает за настройку сетевых политик и политик сетевой безопасности для модулей, работающих в кластере.

Canal устанавливает виртуальный сетевой интерфейс на каждом узле Kubernetes и назначает ему IP-адрес. Затем он создает виртуальный сетевой интерфейс на каждом модуле и назначает ему IP-адрес из сети Flannel.

Подключаемый модуль Canal также обеспечивает применение сетевой политики с помощью объектов Kubernetes NetworkPolicy. Он позволяет вам определять правила, которые контролируют входящий и исходящий сетевой трафик к модулям на основе различных критериев, таких как IP-адреса, порты и протоколы.

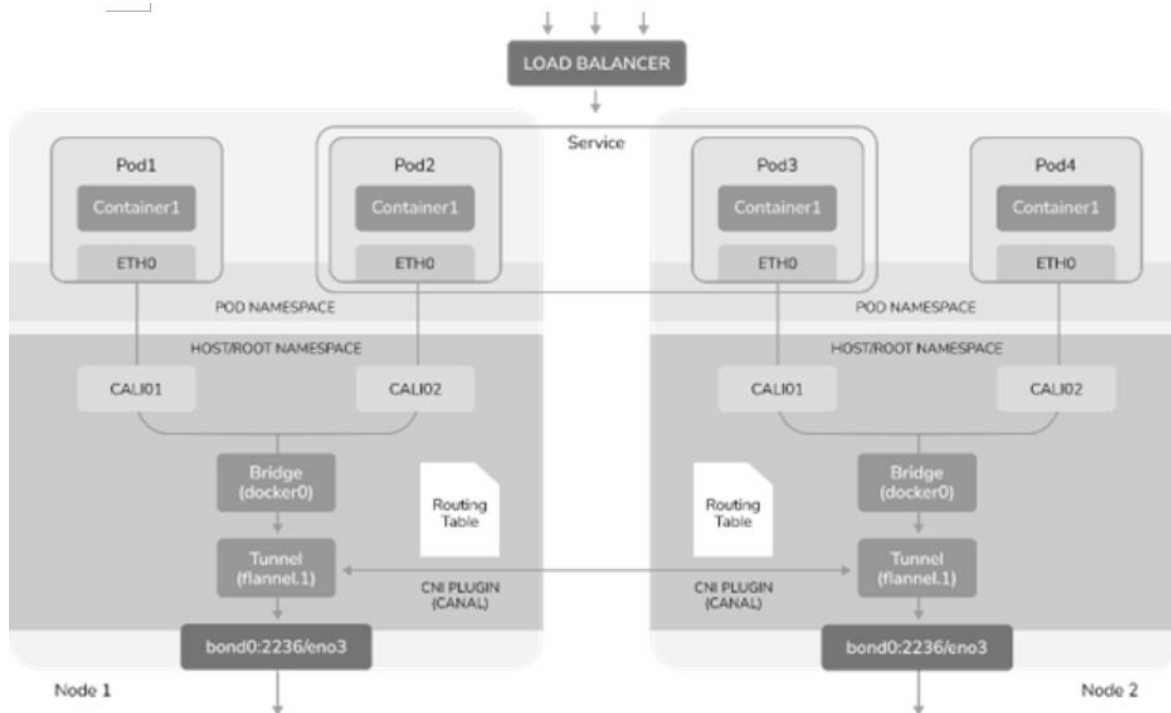


Рис. 4. Принцип работы плагина Canal

Плагин Multus обеспечивает возможности работы с несколькими сетями в одном кластере Kubernetes. Это позволяет модулям одновременно подключаться к нескольким сетям, что упрощает развертывание сложных приложений, требующих доступа к нескольким сетям.

Multus позволяет создавать и управлять несколькими сетевыми интерфейсами для каждого модуля, предоставляя больше гибкости и полномочий при настройке сети.

Кроме того, Multus поддерживает широкий спектр сетевых плагинов, что позволяет пользователям выбирать лучший плагин для каждого сетевого интерфейса.

Multus можно использовать в различных облачных средах и локальных центрах обработки данных, поддерживающих Kubernetes.

Принцип работы:

Принцип работы Multus заключается в использовании API Kubernetes Network Attachment Definition (NAD) для определения дополнительных сетевых интерфейсов. Каждый подключенный сетевой интерфейс реализован в виде отдельного плагина CNI, который можно настраивать независимо.

При создании модуля подключаемый модуль Multus создает контейнер, в котором выполняются все подключаемые модули CNI для каждого сетевого интерфейса. Эти подключаемые модули отвечают за настройку сетевых интерфейсов, назначение IP-адресов и управление сетевыми пространствами имен и таблицами маршрутизации.

Multus Network Workflow in kubernetes

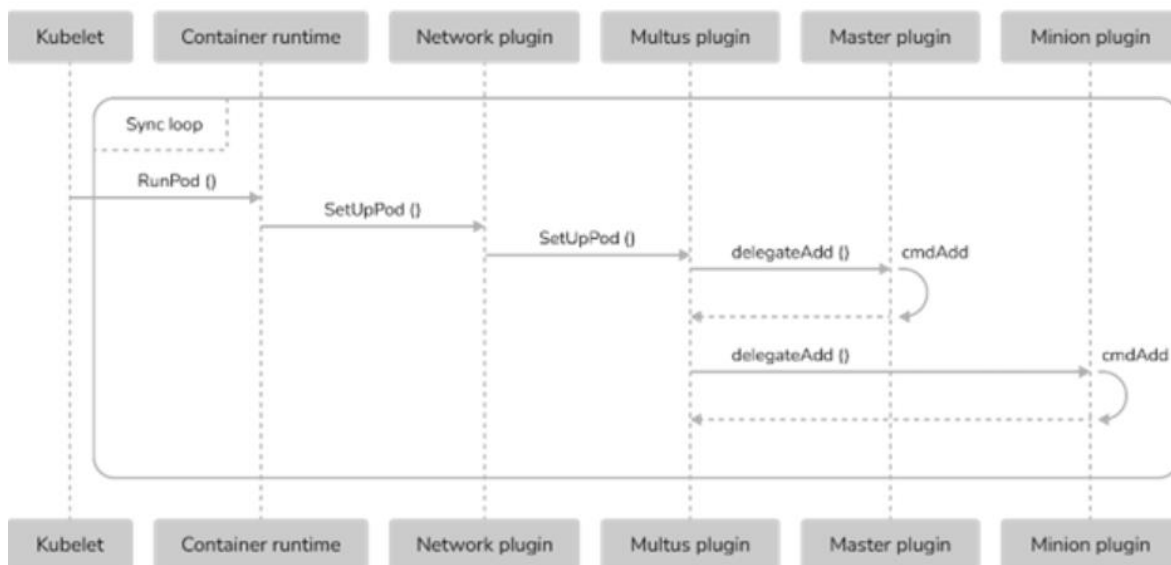


Рис. 5. Принцип работы плагина Multus

Исследование производительности сетевых плагинов (CNI) Kubernetes

Тестирование производительности проводилось по ряду протоколов: TCP, UDP, HTTP,

FTP и SCP. Для эталонного сравнения использовался бенчмарк на “голом железе”. Числовые данные на диаграмме отображены в виде Мбит/с.

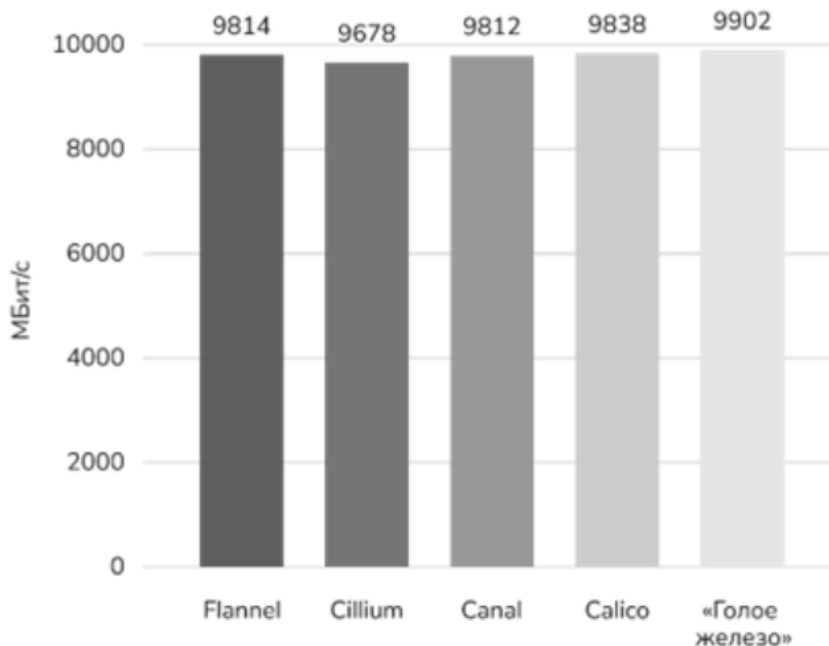


Рис. 6. Бенчмарк CNI в 10Гбитной сети по протоколу TCP

По результатам данного тестирования видно, что все CNI примерно одинаково справились с задачей. Лидирует в данном бенчмарке плагин

Calico, хоть и с небольшим отрывом от Canal и Flannel. Cilium немного отстает на 134 Мбит/с от ближайшего от него результата у Canal.

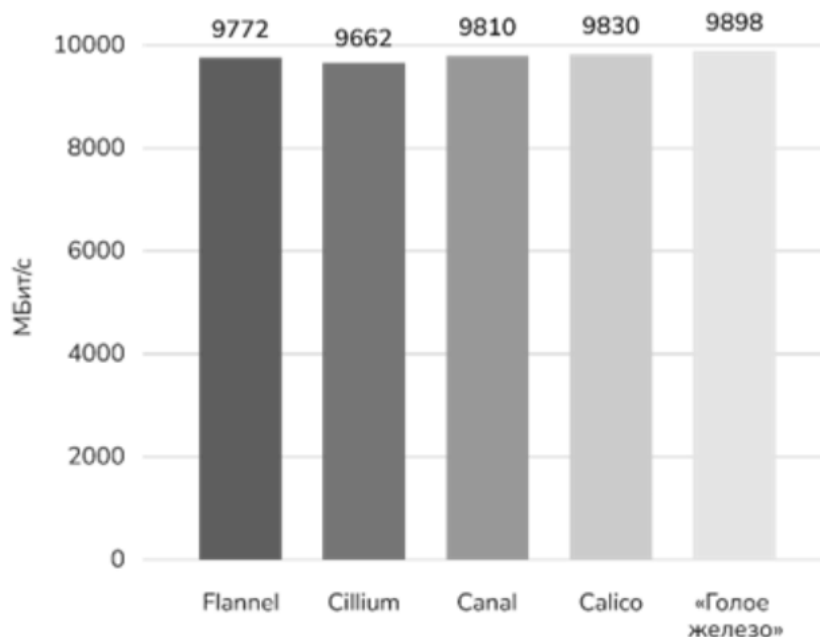


Рис. 7. Бенчмарк CNI в 10Гбитной сети по протоколу UDP

В бенчмарке по протоколу UDP сохраняется почти такая же картина, как и при тестировании по протоколу TCP: сохраняется лидерство сетевого

плагины Calico, а Cilium отстает, общая производительность в сравнении с “голым железом” также показывает хорошие результаты.

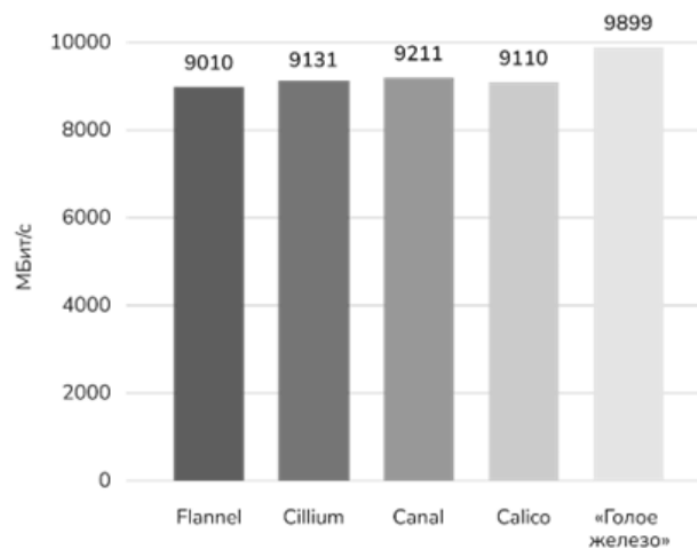


Рис. 8. Бенчмарк плагинов Kubernetes в 10Гбитной сети по протоколу HTTP

При переходе на тестирование по протоколу HTTP ситуация меняется, общая производительность немного просела, в лидеры выбивается гибридный плагин Canal, а его составляющие Calico и Flannel располагаются на

третьем и четвертом месте по производительности соответственно. Прежде располагающийся в отстающих Cilium занимает второе место по производительности.

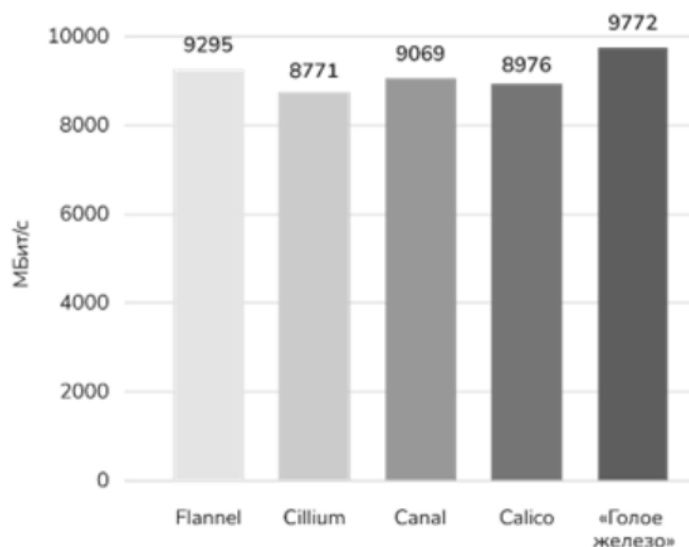


Рис. 9. Бенчмарк плагинов Kubernetes в 10Гбитной сети по протоколу FTP

Бенчмарк протокола FTP показывает следующие результаты: есть проседание в общей производительности, а также локально сильно

просел плагин Cilium. В лидерах по производительности находится CNI Flannel.

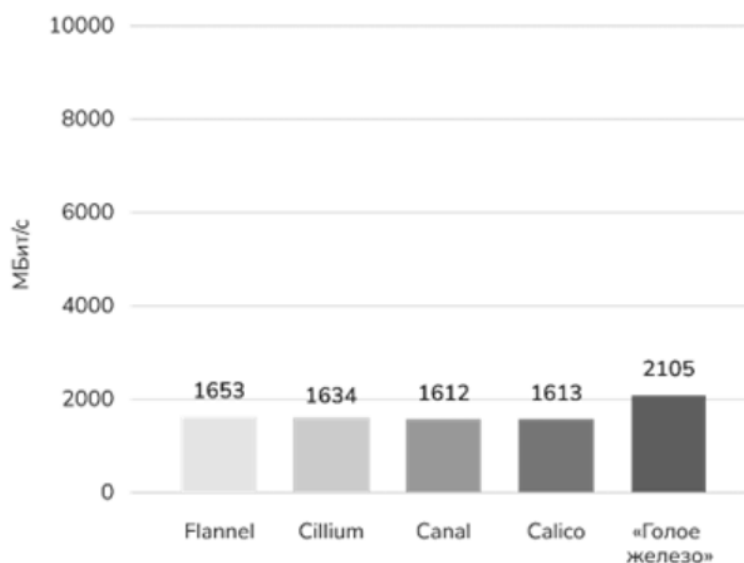


Рис. 10 Бенчмарк плагинов Kubernetes в 10Гбитной сети по протоколу SC

Результаты данного бенчмарка нам показывает, как сильно падает производительность не только плагинов, но и “голого железа” при использовании протокола SCP, который использует защищенную оболочку SSH для передачи данных. В целом все плагины одинаково справились с задачей, но Flannel справился немного лучше всех.

Тестирование CNI по потребности в ресурсах и безопасности

Безопасность оценивалась по двум параметрам: способности к шифрованию данных и реализации сетевой политики. Среди исследуемых плагинов, только Cilium шифрует данные. Он обеспечивает шифрование данных при передаче с

использованием протокола Transport Layer Security (TLS). Cilium использует взаимный TLS (mTLS) для безопасной связи между микросервисами.

Если говорить про реализацию сетевой политики, то все исследуемые CNI справляются с задачей настройки правил как Ingress, так и Egress, кроме плагина Flannel, у которого вообще нет сетевых политик.

Перейдем к сравнению CNI по потреблению ресурсов: для анализа возьмем потребление RAM и CPU. Для сравнения кроме “голого железа” в диаграмме также приведены показатели потребления оркестратором Kubernetes без использования плагинов.

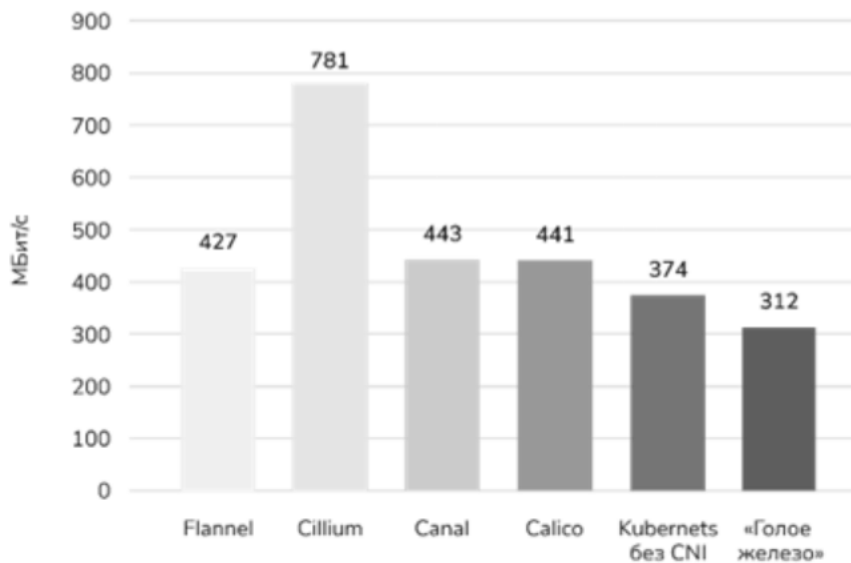


Рис. 11. Бенчмарк потребления RAM плагинов Kubernetes в 10Гбитной сети

Среди всех наименее затратным оказался Flannel. Плагины Calico и Canal имеют потребление RAM так же на хорошем уровне. Cilium потребляет

почти в 1,83 раза больше, чем лидер данного бенчмарка Flannel.

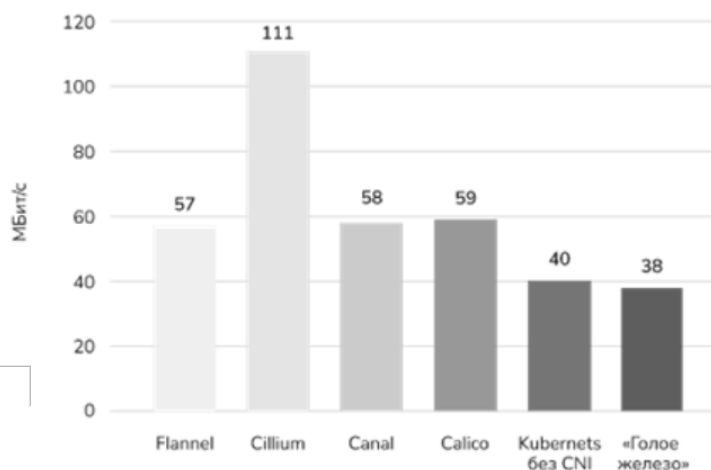


Рис. 12 Бенчмарк потребления CPU плагинов Kubernetes в 10Гбитной сети

Результаты по тестированию потребления CPU показывают похожие соотношения. Лидирует Flannel, с показателем в 57 промилле. Cilium в этот раз потребляет в 1,95 раз больше, чем Flannel. Остальные два плагина приближены имеют хорошие результаты потребления.

Заключение

На основании проведенных бенчмарков можно сделать вывод, что наиболее производительными можно считать CNI Flannel и Calico, так как оба в части тестов показали лучшие показатели производительности. Так же эту точку зрения подкрепляют результаты анализа потребления RAM и CPU.

Высокая производительность плагина Flannel вероятно связана с его компактностью, а также его совместимостью с большим количеством архитектур. Так же к вероятным причинам стоит

добавить способность этого плагина автоматически определять MTU.

Что касается безопасности из двух лучших стоит использовать плагин Calico. Высокая производительность этого плагина обусловлена тем, что он пропускает только тот трафик, который вы устанавливаете сами.

Литература

1. Ковалев М.Г. ТРАССИРОВКА СЕТЕВЫХ ПАКЕТОВ В ЯДРЕ LINUX С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ EBPF // Труды ИСП РАН. 2020. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/trassirovka-setevyh-paketov-v-yadre-linux-s-ispolzovaniem-ebpf>
2. Липатова Софья Евгеньевна, Белов Юрий Сергеевич ПРАКТИКИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ В KUBERNETES // Е-

- Scio. 2022. №1 (64). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/praktiki-obespecheniya-kiberbezopasnosti-v-kubernetes>
3. Урманцева Н.Р., Хитрень Д.В. ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ ПРИ СОЗДАНИИ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ // ВК. 2021. №2 (42). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-virtualnyh-konteynerov-pri-sozdanii-meditsinskih-informatsionnyh-sistem>
4. Фарахов И.Г., Якупов И.М. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ РАЗВЕРТЫВАНИЯ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ // Мировая наука. 2021. №2 (47). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannyi-instrumentariy-razvertyvaniya-oblachnyh-servisov>
5. <https://itnext.io/benchmark-results-of-kubernetes-network-plugins-cni-over-10gbit-s-network-updated-april-2019-4a9886efe9c4> - Benchmark results of Kubernetes network plugins (CNI) over 10Gbit/s network
6. <https://kubernetes.io/docs/concepts/overview/> - официальный сайт платформы Kubernetes

УДК 669.15: 539.3

Будилов Игорь Николаевич

проф. каф. сопротивления материалов.

Дипл. инженер по технологии и оборудованию сварочн. произв-ва (УАИ, 1978).

Д-р техн. наук по тепловым двигателям летательн. аппаратов (УГАТУ 1998).

Иссл. в обл. механики разрушения, прочности элементов ГТД и нефтехимического оборудования.

¹ *«Санкт-Петербургский горный университет им. Екатерины II императрицы», г. Санкт-Петербург, Россия*

Агеев Георгий Константинович

проректор по инновационной деятельности,

доц. каф. авиац. двиг. Дипл. инж. по авиац. двиг. (УГАТУ, 2007).

Канд. техн. наук (УГАТУ, 2012).

Иссл. в обл. моделирования параметров агрегатов ГТД и энергоустановок летат. аппаратов по наработке.

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, Россия

Акбашев Вадим Ринатович

ассистент кафедры сопротивления материалов. Исследователь.

Преподаватель-исследователь по направлению Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры (2019).

Канд. техн. наук (УГАТУ, 2022).

Исследования в обл. остаточных напряжений и прочности элементов конструкций. ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, Россия

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКА СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТРУБОПРОВОДА ОБВЯЗКИ КОМПРЕССОРА

Budilov Igor Nikolaevich

prof. of the department of strength of materials. Dipl. engineering technology and welding equipment production (UAI, 1978). Dr. of technical sciences in heat engines of aircraft (UGATU, 1998).

Studies of fracture mechanics, strength elements of turbine engines and petrochemical engineering construction.

Ageev George Konstantinovich

Assoc. prof., Dept. of aircraft engines. Dipl. Ing. of aviation engines (USATU, 2007).

Cand. of Tech. Sci. (USATU, 2012).

Scientific interests: parameter modeling of gas turbine engines and power plants of aircraft.

Akbashev Vadim Rinatovich

assistant of the Department of Strength of Materials. Researcher. Lecturer-researcher in the direction of Dynamics, strength of machines, devices and equipment (2019). Cand. of Tech. Sci. (UGATU, 2022).

Research in the region residual stresses and strength of structural elements.

DEVELOPMENT OF A DIGITAL PROTOTYPE OF A TUBULAR PILE DRIVER DIESEL HAMMER AND SSS ASSESSMENT IN THE HEADPLATE

[DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2024.1.104.494](https://doi.org/10.31618/ESSA.2782-1994.2024.1.104.494)

Аннотация. Приводятся алгоритмы и результаты расчета пространственного вибрационного состояния технологического трубопровода обвязки компрессора. Выполнен расчет собственных частот

технологического трубопровода обвязки компрессора К003 А/В в соответствии с требованиями СНиП 2.05.06-85[1]. Выполнено обоснование вибропрочности узлов компрессора К003 А/В, а также рассчитаны перемещения его узлов и сделана оценка напряжений. Расчет собственных частот является обязательным этапом поверочного расчета оборудования на вибропрочность трубопроводов и проводится в соответствии с требованиями СНиП 2.05.06-85[6] и ГОСТ32388[2] и другими нормативными материалами [7-9] и справочниками [10-16]. Разработаны математические и пространственные конечно-элементные модели/цифровые прототипы системы технологического трубопровода обвязки компрессора. Моделирование на основе цифровых прототипов виброкомпенсирующей системы позволило учесть вибрационные воздействия от эксплуатационных нагрузок и температурного фактора. Выполнены расчетные исследования напряженно-деформированного состояния технологического трубопровода обвязки компрессора и оценены собственные частоты системы в режиме эксплуатации. Расчет на прочность проводили с учетом одновременного воздействия всех эксплуатационных нагрузок.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, цифровой прототип, технологический трубопровод, компрессор, метод конечных элементов (МКЭ), мультифизические 3D модели, метод конечных элементов.

Постановка задачи. В задачу исследования входило выполнение расчета нагрузок на опоры и оценка перемещения трубопроводов обвязки компрессора К003 А/В. Рассматривали два случая работы компрессора: случай 1: компрессор А в

работе, а В остановлен; случай 2: компрессор В в работе, а А остановлен.

Основные технико-экономические показатели объекта: температура среды на всасе 1 линия равна $T=38\text{ }^{\circ}\text{C}$; давление $P = 3,3\text{ кгс/см}^2$. Другие параметры компрессорной станции приведены в табл.1.

Таблица 1

Параметры компрессорной станции (КС)

Назначение трубопровода	Давление рабочее, МПа	Температура рабочая, $^{\circ}\text{C}$
1 линия всас	0,33	38,0
2 линия всас	1,15	40,0
1 линия нагнетание	1,15	43,0
2 линия нагнетание	3,85	138,0
Трубопровод основной	1,15	40,0

Описание конструкции.

Конструктивно компрессорная станция состоит из компрессора, ресивера (БЭН) и технологического трубопровода обвязки КС. Конечно-элементная модель (КЭМ) технологического трубопровода представляет собой пространственную конструкцию и описана элементами оболочечного типа. На рис.1 и 2 показаны фрагменты КС в твердотельном 3D представлении, а на рис. 2 показаны фрагменты

твердотельной 3D модели компрессорной станции и оболочечные 3D конечно элементные модели используемые в расчетах на различных участках КС, 1 и 2 ступеней на всасе и нагнетании. В качестве граничных условий были заданы температура, давление и ограничение перемещений в точках крепления (опоры выбирались виброкомпенсирующие и опоры скольжения под собственным весом и их комбинации).

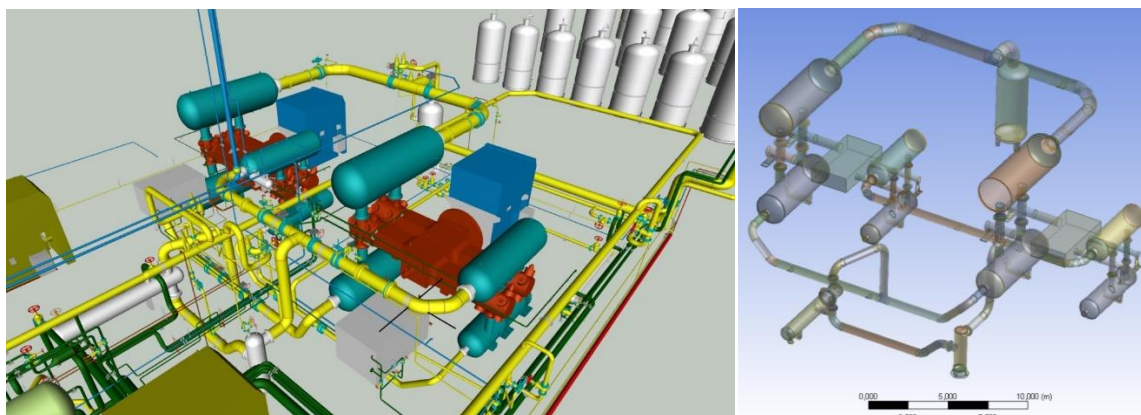


Рис. 1 Фрагмент объемного представления компрессорной станции и твердотельная модель КС-003А/В в сборе

Механические характеристики стали 17ГС1 и Ст.20 показаны в таблице 2.

Таблица 2

Физические свойства и механические характеристики				
Материал	17ГС1		Ст.20	
Температура, °С	20	38	20	138
Модуль упругости первого рода, Е, ГПа	198	198	198	187,2
Плотность материала, кг/см ³	7920	7920	7920	7920
Коэффициент расширения (α, 10 ⁻⁶ 1/°С)	15.8	15.8	15.9	15.9
Удельная теплоемкость (С, Дж/(кг · °С))	469	469	469	469

Согласно представленным данным допустимые значения по напряжениям для стали 17ГС1 составило 235,23 МПа при 38° С, для стали Ст.20 147,0 МПа при 138° С.

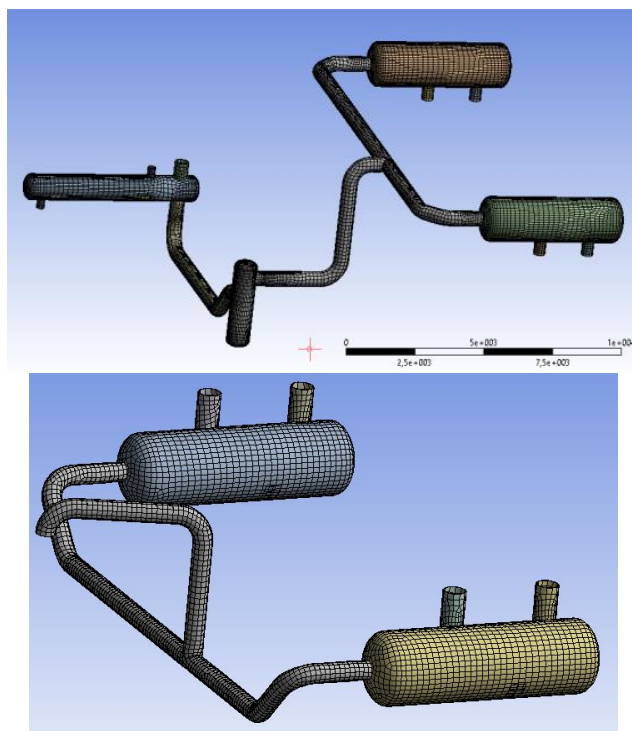


Рис.2 фрагменты оболочечной 3D КЭ модели первого и второго контура на всасе

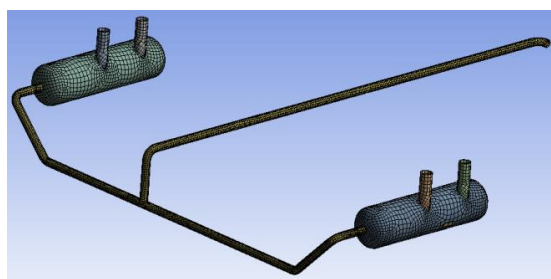


Рис.3 фрагмент оболочечной 3D модели второго контура на нагнетание

Все линии технологического трубопровода на всасе и при нагнетании моделировались и рассчитывались отдельно с учетом госящих пульсации давления мембран.

Теория метода расчета. Для определения собственных частот и форм колебаний конструкции применяется модальный анализ. Из

предположения, что совершаются свободные незатухающие колебания получим соотношение:

$$[M]\{u''\} + [K]\{u\} = \{0\} \quad (1)$$

Матрица жесткости конструкции $[K]$ может включать эффект предварительного нагружения.

Свободные гармоническими колебания будут определяться выражением:

$$\{u\} = \{\varphi\}_i \cos \omega_i t \quad (2)$$

где $\{\varphi\}_i$ – вектор, определяющий i -ю форму колебаний;

ω_i – i -я собственная круговая частота; t – время.

Окончательное выражение для матричного уравнения (1) запишется, как:

$$(-\omega_i^2 [M] + [K])\{\varphi\}_i = \{0\} \quad (3)$$

Это уравнение имеет решение, кроме $\{\varphi\}_i = \{0\}$ только тогда, когда определитель данной системы $(-\omega_i^2 [M] + [K])$ равен нулю, то есть:

$$|-\omega_i^2 [M] + [K]| = 0 \quad (4)$$

Последнее уравнение и есть задача о собственных значениях. Решением уравнения (4), если n – порядок матрицы, является характеристический полином n -го порядка, который имеет n корней: $\omega_1^2, \omega_2^2, \dots, \omega_n^2$, где n – число степеней свободы. Эти корни являются собственными значениями уравнения. Собственные вектора $\{\varphi\}_i$, получают путем подстановки полученных корней ω_i^2 в уравнение (4). Собственное значение ω_i^2 определяет собственную частоту системы $\sqrt{\omega_i^2}$, а собственный вектор $\{\varphi\}_i$ – соответствующую форму колебаний (перемещение системы).

Значения собственных круговых частот (ω) и собственных частот (f) связаны следующим соотношением:

$$f_i = \frac{\omega_i}{2\pi} \quad (5)$$

где f_i – i -ая собственная частота (циклов в единицу времени).

Обычно собственный вектор $\{\varphi\}_i$ называют нормированными, если выполняется следующее равенство (отражающее свойство ортогональности форм собственных колебаний):

$$\{\varphi\}_i^T [M] \{\varphi\}_j = \{I\} \delta_{ij} \quad (6)$$

В другом случае собственный вектор $\{\varphi\}_i$ нормируется из условия, чтобы наибольшие его составляющие равнялись единице. Условие ортогональности форм колебаний можно объяснить, как равенство нулю сил инерции i -ой формы колебаний на перемещениях k -ой формы колебаний.

При использовании метода *частотной конденсации* (редукции степеней свободы) n собственных векторов затем могут быть развернуты на этапе “расширения” до полного набора модальных степеней свободы конструкции:

$$\{\phi_s\}_i = -[K_{ss}]^{-1} [K_{sm}] \{\hat{\phi}\}_i \quad (7)$$

где $\{\varphi_i\}$ – вектор исключаемых (вспомогательных) степеней свободы i -ой моды (вспомогательными степенями свободы называются те степени свободы, которые будут конденсироваться с целью снижения размерности системы);

$[K_{ss}]$ $[K_{sm}]$ – подматрицы жесткости по вспомогательным степеням свободы и связи вспомогательных степеней свободы с удерживаемыми соответственно;

$\{\hat{\phi}\}_i$ – вектор удерживаемых (основных) степеней свободы i -ой моды.

Конечно-элементная модель. Конечно-элементная модель (КЭМ) для всех линий нагнетания и всаса описана оболочечными элементами. Аксонометрическая схема должна содержать все необходимые сведения о конфигурации и размерах участков трубопровода компрессора, нагрузках, условия эксплуатации всех участков, размещении и типах креплений. При создании расчетной схемы ось Z должна быть всегда направлена вверх. Наклонные участки не параллельны принятым осям, их размеры задаются проекциями на оси.

ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ

В качестве граничных условий были заданы температура, давление в трубопроводе, а также ограничение перемещений в точках крепления (опор). В качестве опор для уменьшения вибронгруженности узлов компрессора рекомендуются для температур трубопровода не более 40° С виброгасящие опоры типа А-2000-П, а для температур 138° С виброгасящие опоры типа АГП-2.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Расчёт спектра частот и форм колебаний. Любое резкое изменение вынуждающих динамических сил, создаваемых различными элементами КС приводит к возникновению в нем затухающих колебаний на собственных частотах с соответствующим пространственным распределением амплитуды колебаний [9,11], называемым формой колебаний. Скачкообразные изменения вынуждающих сил в КС могут быть вызваны следующими процессами: включение или выключение питания, страгивание с места и начало вращения роторной системы, включение в работу сил гидродинамического происхождения, скачек перепада давления в насосе [12-14].

Подготовка расчетной модели проводилась с использованием *ANSYS /Workbench* – системы прочностного конечно-элементного анализа [17,18]. Расчет производился с помощью модуля *MODAL* входящего в состав расчетного комплекса *CAD/CAE* системы автоматизированного расчета и проектирования механического оборудования и конструкций *ANSYS /Workbench* [17].

На первом этапе был проведен расчет НДС КС, затем данные передавались для анализа собственных частот. Разработка расчетной

конечно-элементной модели базовой конструкции КС в программном комплексе *ANSYS /Workbench* может быть выполнена двумя способами: а) на основе использования объемных КЭ, б) на основе использования оболочковых КЭ. Большая часть базовых деталей конструкции компрессорной станции можно смоделировать оболочечными элементами. Это позволяет получить адекватную КЭ модель с использованием оболочечных КЭ Shell63 [17-18]. При этом существенно упрощается разработка модели-прототипа и уменьшается количество элементов КЭ- модели.

Разработанная КЭ модель КС (цифровой прототип) в максимальной степени

соответствовала реальной конструкции не только по жесткости, но и по массоинерционным характеристикам. В связи с этим масса ее расчетной модели должна быть равна сумме масс самой базовой конструкции и всех узлов. Последним этапом моделирования компрессорной станции является разбивка ее геометрической модели сеткой КЭ. С целью уменьшения количества КЭ геометрическую модель стараются разбивать регулярной сеткой КЭ. Все представленные твердотельные и конечно-элементные модели компрессорной первой линии трубопровода на всасе компрессорной станции содержали различное количество узлов и элементов.

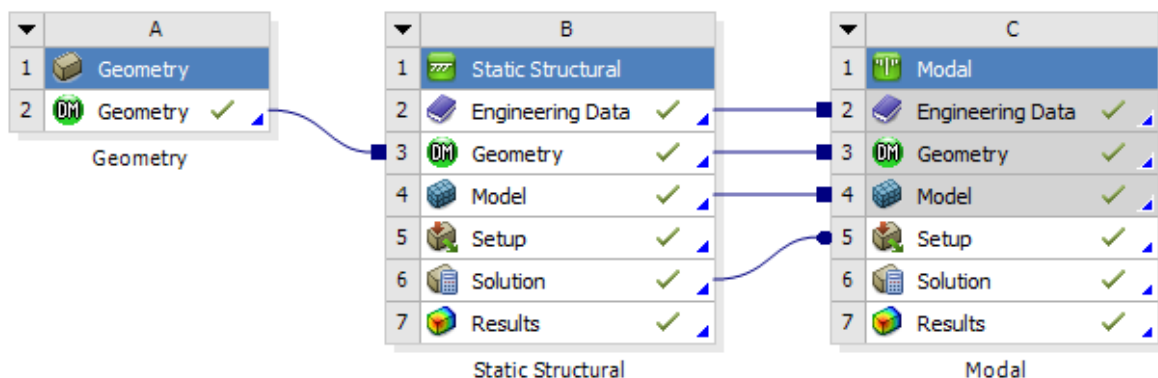


Рис. 4 Блок схема расчета собственных частот с учетом преднапряженного состояния конструкции от внутреннего давления и веса

В данном разделе рассчитываются собственные частоты и формы колебаний жестко установленного и амортизированного агрегата.

Расчет собственных частот КС проводился с помощью процедуры модального анализа [22-24]вычислительной платформы ANSYS/WORKBENCH.

Результаты расчёта

В данном разделе рассчитываются собственные частоты и формы колебаний жестко установленного и амортизированного агрегата.

Расчет собственных частот КС проводился с помощью процедуры модального анализа системы ANSYS/WORKBENCH. На основе разработанных конечно-элементных моделей были определены

первые восемь собственных частот и форм колебаний, показанные в таблице 3-7. Причем наибольший интерес представляет первая собственная форма колебаний, так как это значение в явном виде необходимо для выбора величин ускорений, характеризующих вибрационное воздействие. Установлено, что для первой линии трубопровода на всасе первая собственная частота имеет величину 6,99 Гц, а вторая собственная частота 7,85 Гц (рис.15).

В результате расчета МКЭ были определены первые собственные частоты первых 10-ти мод свободных колебаний КС при креплении на опорах скольжения под собственным весом, значения которых приведены в таблице 3-6.

Таблица 3

Собственные частоты первой линии на всасе

f_1 , Гц	f_2 , Гц	f_3 , Гц	f_4 , Гц	f_5 , Гц	f_6 , Гц	f_7 , Гц	f_8 , Гц
6,9	7,9	10,1	10,9	17,5	18,1	19,1	23,3

Таблица 4

Собственные частоты второй линии на всасе

f_1 , Гц	f_2 , Гц	f_3 , Гц	f_4 , Гц	f_5 , Гц	f_6 , Гц	f_7 , Гц	f_8 , Гц
8,7	10,5	11,1	13,2	16,7	17,6	18,1	19,9

Таблица 5

Собственные частоты первой линии нагнетания

f_1 , Гц	f_2 , Гц	f_3 , Гц	f_4 , Гц	f_5 , Гц	f_6 , Гц	f_7 , Гц	f_8 , Гц
9,9	14,5	17,3	24,4	25,3	25,5	30,5	37,3

Таблица 6

Собственные частоты второй линии нагнетания

$f_1, \text{Гц}$	$f_2, \text{Гц}$	$f_3, \text{Гц}$	$f_4, \text{Гц}$	$f_5, \text{Гц}$	$f_6, \text{Гц}$	$f_7, \text{Гц}$	$f_8, \text{Гц}$
8,5	9,1	11,1	9,5	12,9	14,9	19,3	20,7

Из приведенных в таблице 3...6 результатов обращает на себя внимание наличие группы собственных частот, близких к рабочей частоте вращения его роторной системы ($f_0 = 6,25 \text{ Гц}$). Формы свободных колебаний КС для первых четырех мод колебаний приведены на рисунках 5...7.

Трубопровод на виброгасящих опорах. В результате расчета МКЭ были определены частоты

первых 10-ти мод свободных колебаний, значения которых приведены в таблице 7.

При выполнении расчетов характеристик собственных колебаний на виброгасящих амортизаторах полагалось, что количество амортизаторов одинаково во всех случаях и соответствует количеству, предусмотренных конструкторской документацией опорных поверхностей.

Таблица 7

Собственные частоты на виброкомпенсирующих опорах крепления трубопровода

Обозначение Частот, Гц	Первая линия на всасе	Вторая линия на всасе	Первая линия нагнетания	Вторая линия нагнетания
f_1	4,8798	8,5867	10,969	3,3092
f_2	5,4336	9,8609	14,965	3,6452
f_3	6,5299	11,251	18,132	8,5839
f_4	10,759	12,486	26,126	10,039
f_5	11,822	13,485	32,364	10,565
f_6	11,888	14,227	38,103	12,864
f_7	16,538	14,981	48,963	14,679
f_8	21,334	16,195	50,112	16,881
f_9	24,346	17,499	53,21	18,397
f_{10}	24,517	17,937	53,933	19,474

Из результатов, приведенных в таблице 7, обращает на себя внимание появление низких собственных частот, обусловленных колебаниями на амортизаторах. Также присутствует собственная частота, близкая к рабочей частоте вращения роторной системы ($f_0 = 6,25 \text{ Гц}$).

Расчитанные формы свободных колебаний трубопроводов на виброгасящих опорах изображены на рисунках: 5...7 и в табл.8, для

первой линии трубопровода на всасе, установленного на амортизаторах А-2000-II, табл.8 и табл.10 – опорах свободного опирания трением.

Из результатов расчетов видно, что трубопроводы установленные на виброгасящие опоры, имеют близкие, но отличные частоты собственных колебаний, для случая установки трубопровода на опоры свободного опирания трением.

Таблица 8

Собственные частоты трубопровода первой линии на всасе на опорах скольжения под собственным весом

$f_1, \text{Гц}$	$f_2, \text{Гц}$	$f_3, \text{Гц}$	$f_4, \text{Гц}$	$f_5, \text{Гц}$	$f_6, \text{Гц}$	$f_7, \text{Гц}$	$f_8, \text{Гц}$
6,9	7,4	10,1	10,9	17,5	18,1	19,1	23,3

Собственные частоты трубопровода первой линии на всасе на виброгасящих опорах

$f_1, \text{Гц}$	$f_2, \text{Гц}$	$f_3, \text{Гц}$	$f_4, \text{Гц}$	$f_5, \text{Гц}$	$f_6, \text{Гц}$	$f_7, \text{Гц}$	$f_8, \text{Гц}$
5,4	6,5	10,8	11,8	11,9	16,5	21,3	24,3

Таблица 9

Деформационные формы и амплитудные перемещения, соответствующие различным собственным частотам

Амплитудные перемещения по оси X	Амплитудные перемещения по оси Y	Амплитудные перемещения по оси Z
6,9978 Гц		
Амплитудные перемещения по оси X	Амплитудные перемещения по оси Y	Амплитудные перемещения по оси Z
7,852 Гц		
Амплитудные перемещения по оси X	Амплитудные перемещения по оси Y	Амплитудные перемещения по оси Z
10,1 Гц		

Собственные частоты трубопровода первой линии нагнетания на опорах скольжения под собственным весом

f_1 , Гц	f_2 , Гц	f_3 , Гц	f_4 , Гц	f_5 , Гц	f_6 , Гц	f_7 , Гц	f_8 , Гц
6,1	7,4	9,0	12,3	16,0	18,5	20,3	22,5

Собственные частоты трубопровода первой линии нагнетания на виброгасящих опорах

f_1 , Гц	f_2 , Гц	f_3 , Гц	f_4 , Гц	f_5 , Гц	f_6 , Гц	f_7 , Гц	f_8 , Гц
12,2	15,4	18,2	21,2	21,4	25,4	30,5	35,5

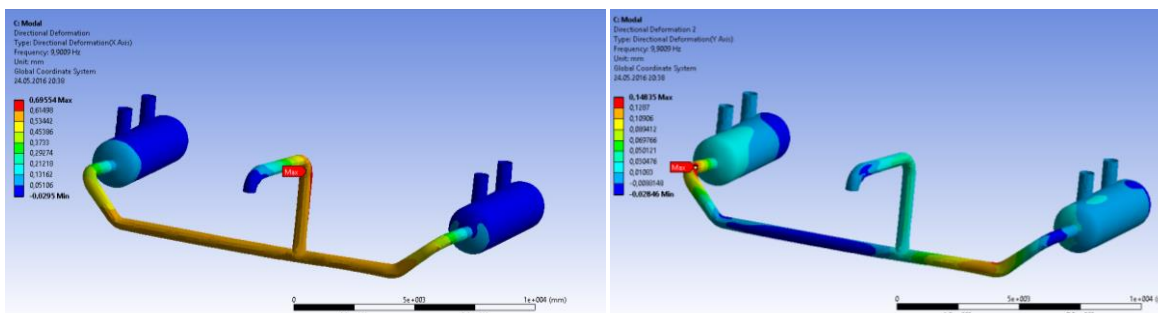


Рис. 5 Форма колебаний на первой собственной частоте равной 9,90 Гц по оси X и по оси Y

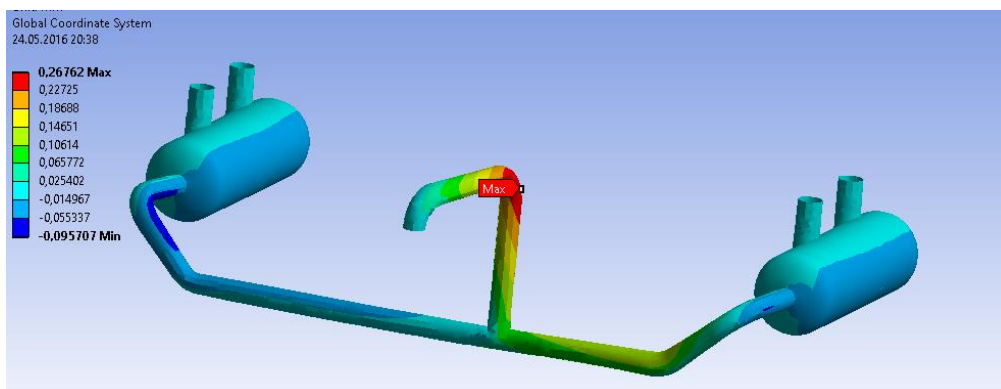


Рис. 6 Форма колебаний на первой собственной частоте равной 9,90 Гц (по оси Z)

Особенностью данной линии нагнетания является повышенное давление в трубопроводе 3,85 МПа при температуре 138° С. Для данного трубопровода в качестве виброгасящих опор рекомендуется использование опоры типа АГП-2,

относящиеся к амортизаторам гидропленочного типа, состоящих из двух упругих гидроизолирующих пакетов и выполненных по ТУ-3366-001-12702188-2005. Основные характеристики опор АГП-2 показаны в [25-33].

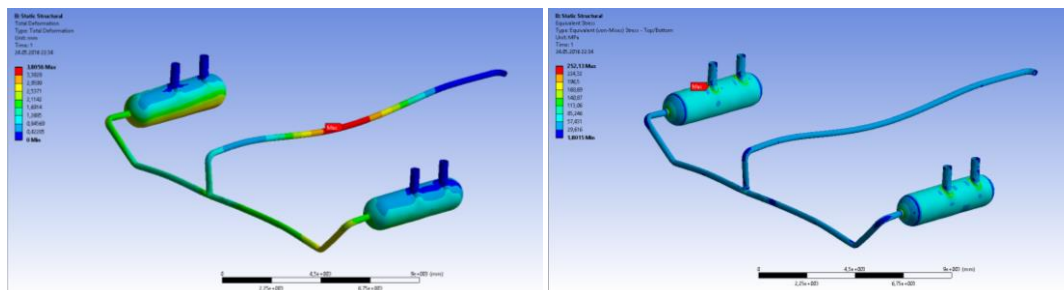


Рис. 7 Суммарные перемещения в трубопроводе и статические напряжения на участке второй линии нагнетания

ВЫВОДЫ

Для трубной обвязки компрессора хвостового газа K003 А/В при замене свободно скользящих опор под собственным весом на опоры

виброгасящие были определены собственные частоты всех участков трубопроводов;

Расчеты показали, что конструкция трубной обвязки компрессора хвостового газа K003 А/В при

замене свободно скользящих опор под собственным весом на опоры виброгасящие приводит к некоторому смещению диапазона собственных частот в сторону их уменьшения.

Исходные данные и результаты расчета на собственные колебания в дальнейшем будут использованы для оценки вынужденных гармонических колебаний КС и для оценки ее вибропрочности и вибронгруженности.

На основании проведенных расчетов на собственные частоты и вибрационные перемещения можно рекомендовать к использованию модернизированную конструкцию с пружинными опорами *A-2000-II* и *АГП-2* (для второй линии нагнетания работающей при температуре 138° С), так как в этом случае максимальные напряжения не превышают допустимые и их распределение по элементам конструкции более равномерно, что приведет к снижению вибронгруженности системы.

Данный расчет распространяется на трубопровод компрессора хвостового газа К003 А/В при замене свободно скользящих опор под собственным весом на опоры виброгасящие *A-2000-II* и *АГП-2*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНИП 2.05.06.-85. Магистральные трубопроводы. М.-1997.
2. ГОСТ 32388-2013. Нормы и методы расчета на прочность, вибрацию и сейсмические воздействия. М.: Стандартинформ.-2014.
3. ГОСТ 22061-76. Система классов точности балансировки.
4. ГОСТ 25980-83. Вибрация. Средства защиты. Номенклатура параметров.
5. ГОСТ 26568-85. Вибрация. Методы и средства защиты. Классификация
6. ГОСТ 12.1.012-90. Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования
7. РТМ 38.001-94. Указания по расчету на прочность и вибрацию технологических стальных трубопроводов.
8. Технологические трубопроводы нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности. Требования к устройству и эксплуатации СА03-005-07, Ассоциация «РОСТЕХЭКСПЕРТИЗА», М., 2007.
9. Васильев Ю.М., Готлиб Я.Г., Филатов А.Е. Нормирование производственных вибраций в СССР и за рубежом. – М.: Машиностроение, 1976. – 20 с.
10. Вибрация в технике: Справочник: В 6 т. Защита от вибрации и ударов /Под ред. К.В. Фролова. - М.: Машиностроение, 1981. – Т.6. – 456 с.
11. Вибрация в технике: Справочник. В 6 т. Колебания машин, конструкций и их элементов/Под ред. Ф.М. Диментберга и К.С. Колесникова. – М.: Машиностроение, 1980. –Т.3. – 544 с.
12. Иванов Н.И. Борьба с шумом и вибрациями на путевых и строительных машинах. – М.: Транспорт, 1987. – 223 с.
13. Колесников А.Е. Шум и вибрация. – Л.: Судостроение, 1988. – 247 с.
14. Левитский Н.И. Колебания в механизмах: Учеб. пособие для вузов. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 336 с.
15. Харионовский В.В. Надежность и ресурс конструкций газопроводов. М.: Недра, 2000. - 467 с.
16. Козаченко А.Б., Никишин В.И., Поршаков Б.П. Энергетика трубопроводного транспорта газов. М.: ГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2001. — 400 с.
17. ANSYS Theory Reference. Electromagnetic Field Fundamentals. Ninth Edition. SAS IP, Inc.
18. Чигарёв В.А., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. ANSYS для инженеров. Справ. пособие. -М.: Машиностроение-1, 2004. 512 с.
19. Метод конечных элементов. / П.М. Варвак, И.М. Бузун, А.С. Городецкий, В.Г. Пискунов, Ю.Н. Толокнов. – Киев: Вища школа, 1981. – 176 с.
20. Будилов И.Н. Решение мультифизических задач на основе цифровых прототипов Вестник УГАТУ: Изд. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та, – 2020, т.24, №3(89). – С.10-19.
21. Будилов И.Н. Решение мультифизических задач на основе цифровых прототипов. Вестник УГАТУ Издательство Уфимского гос. авиац. университета-2020, т.24, №3(89) - С.10-19.
22. Метод конечных элементов в задачах нефтегазопромысловой механики/ В.Н. Аликин, И.Е. Литвин, С.М. Щербаков, В.П. Бородавкин. М.: Недра, 1992.-288 с.
23. Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975.-541 с.
24. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. — М.: Мир, 1977.-344 с.
25. Гумеров А.Г., Белов А.И., Исхаков Р.Г., Хангильдин Т.В. Насосно-энергетические агрегаты повышенной надежности на базе виброизолирующих компенсирующих систем // Тез. докл. «Проблемы и методы обеспечения надежности и безопасности объектов трубопроводного транспорта углеводородного сырья». – Уфа: ТРАНСТЭК, 2003. – С 142 – 143.
26. Якубович В.А. Снижение резонансных вибраций оборудывания компрессорных станций//Обз. инф. сер. «Машины и нефтяное оборудование». -М.: ВНИИОЭНГ, 1979. 67 с.
27. Зайнуллин Р.С. Гумеров А.Г. Повышение ресурса нефтепроводов. М.: Недра, 2000. - 494 с.
28. Гумеров А.Г., Гумеров Р.С, Акбердин А.М. Эксплуатация оборудования нефтеперекачивающих станций. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001.-475 с.
29. Якубович В.А. Снижение резонансных вибраций оборудывания компрессорных станций//Обз. инф. сер. «Машины и нефтяное оборудование». -М.: ВНИИОЭНГ, 1979. 67 с.
30. Гумеров А.Г., Гумеров Р.С, Акбердин А.М. Диагностика оборудования

нефтеперекачивающих станций. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003.-347 с.

31. Будилов И.Н., Жернаков В.С., Хангильдин В.Г. Расчет на прочность рамных несущих конструкций энергетического оборудования. Тезисы докл. V Международной научной конференции "Методы кибернетики химико-технологических процессов (КХТП-У – 99)". Том 2, книга II – Уфа: 1999. – С 151 – 152.

32. Гумеров А. Г., Хангильдин В. Г. Вибродемпфирующие компенсационные элементы и системы ВКС как средства повышения надежности насосно-энергетического

оборудования. / Тезисы стендовых докладов девятого ежегодного международного конгресса "Новые высокие технологии для газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи". – Уфа: Транстэк, 1999. – С. 16-17.

33. Белов А.И., Исаков Р.Г., Хангильдин Т.В., Будилов И.Н. Расчет напряженно-деформированного состояния трубной обвязки магистральных насосных агрегатов// Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. Сб. научн. тр. – Уфа: ТРАНСТЭК, 2004. – С. 177-182.

Гайбуллоев Нозимжон Абдунаимович

Директор по развитию мобильного приложения медицинских онлайн-консультаций XMed.

А так же Rubber Plast Pharm LLC (Производство упаковочных материалов)

и Garnethotel (Гостиничный комплекс).

ТЕЛЕМЕДИЦИНА — НОВАЯ ЭРА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ: ВОЗМОЖНОСТИ, ПРЕИМУЩЕСТВА И ТRENДЫ РАЗВИТИЯ

DOI: [10.31618/ESSA.2782-1994.2024.1.104.491](https://doi.org/10.31618/ESSA.2782-1994.2024.1.104.491)

Статья посвящена изучению явления телемедицины и выявлению ключевых трендов развития данной сферы в ближайшем будущем. Автор рассматривает суть явления и выделяет основные виды телемедицинских услуг, которые активно используются в современной врачебной практике. Подчеркивается ряд основных преимуществ телемедицины: доступность медицинской помощи независимо от местонахождения пациента и специалиста, возможность получения пациентом второго мнения по поводу заболевания, оказание помощи пострадавшим в экстренных ситуациях, обращение к врачу без очередей и риска заражения больничными инфекциями, широкие возможности мониторинга состояния здоровья пациентов.

Ключевые слова: телемедицина, телекоммуникации, дистанционные консультации, видеосвязь, онлайн-консультации, мобильные приложения, медицина

В статье приводятся примеры практического использования технологий телемедицины, в том числе речь идет о мобильных приложениях. Описываются функции приложений, такие, как проведение онлайн-консультаций, хранение в смартфоне истории болезни и других медицинских документов, контроль приема лекарств и соблюдения плана лечения с элементами геймификации.

Автор анализирует тенденции развития телемедицины и выделяет несколько ключевых трендов. В их числе — внедрение и совершенствование новейших технологий, таких как дополненная реальность, интеграция систем на основе искусственного интеллекта, использование современного оборудования для удаленного трекинга показателей состояния здоровья пациентов и их передачи медицинским сотрудникам.

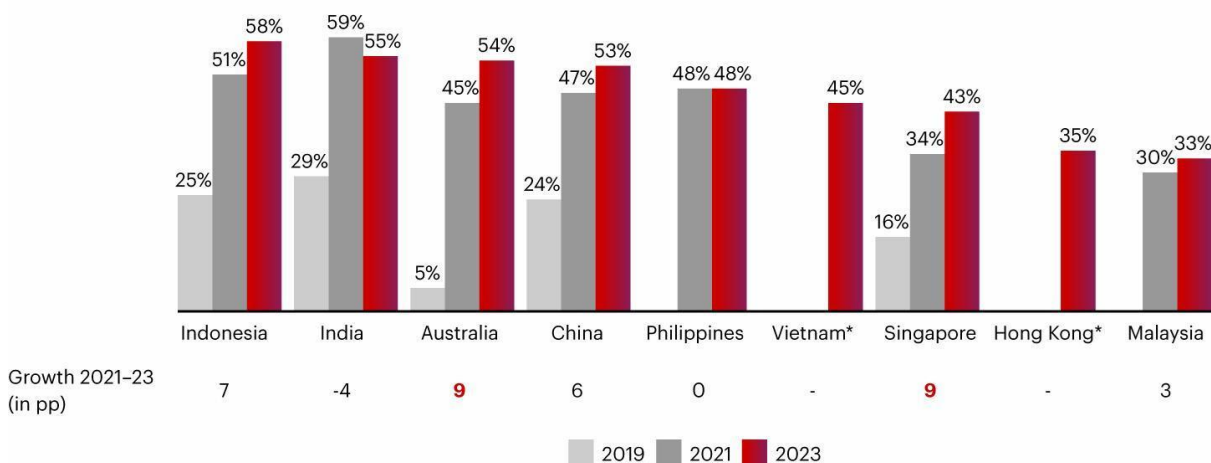
Телемедицина — это дистанционное предоставление медицинских услуг (например, мониторинг состояния пациента и консультации) и взаимодействие медицинских работников между собой с помощью телекоммуникационных технологий [1]. Телемедицинские технологии — это набор программ и устройств, которые

позволяют врачам и пациентам общаться дистанционно [2]. Методы телемедицины используются для осуществления взаимодействия между врачом и пациентом (дистанционные медицинские консультации, передача результатов исследований или заключений), а также для общения между врачами (использование электронной информации, интегрированных цифровых и телекоммуникационных технологий для обмена данными между специалистами, для управления в сфере медицинского образования, здравоохранения и медуслуг).

Период наиболее стремительного развития телемедицины наблюдался во всем мире во время пандемии Covid-19. По мере снижения количества заражений темпы развития замедлялись, поскольку многие пациенты стали снова чаще выбирать личные визиты к врачу. Однако интерес к телемедицине после пандемии остается стабильно более высоким, чем до нее. Например, как показывает статистика по странам Азиатско-Тихоокеанского региона, за время пандемии Covid-19 количество обращений к телемедицине в регионе почти удвоилось (за исключением Австралии, где этот показатель вырос в 9 раз).

Telemedicine is here to stay post-pandemic

Percentage of respondents who used telemedicine services in the past 12 months



*Vietnam and Hong Kong were not part of the 2019 and 2021 surveys; Malaysia and the Philippines were not covered in the 2019 survey
 Notes: Respondents were asked about telehealth usage in the past 12 months across the 2019, 2021, and 2023 Front Line of Healthcare Asia-Pacific surveys; growth Δ has a deviation of +/- 1% due to rounding off
 Source: Bain Front Line of Healthcare Asia-Pacific survey, 2019 (n=1823), 2021 (n=1750), 2023 (n=2300)

*Количество пациентов, обратившихся к телемедицине за 12 месяцев. Источник: Bain & Company.
<https://www.bain.com/insights/asia-pacific-telemedicine-is-here-to-stay-snap-chart/>*

Основные виды телемедицинских услуг

Общение по аудио- и видеосвязи. Дистанционная консультация проводится в режиме аудио- или видеоконференции между специалистом и пациентом, в ходе которой может также проводиться обмен текстовыми и графическими данными. Кроме того, сеансы видеосвязи позволяют врачам консультироваться друг с другом в режиме реального времени.

Удаленный мониторинг. Применяется для контроля состояния здоровья пациентов, которым необходимы регулярные обследования, работников опасных производств, пожилых пациентов, нуждающихся в постоянном наблюдении. При удаленном мониторинге могут использоваться мобильные приложения, а также различные устройства, включая трекеры, которые анализируют определенные показатели, такие как уровень сахара в крови и кровяное давление. При отклонении от нормы лечащий врач пациента получает оповещение.

Прямые трансляции. Современные технологии позволяют проводить прямые трансляции хирургических операций, врачебных консилиумов, а также конференций, лекций и других образовательных процессов. Все это способствует повышению квалификации медицинских сотрудников и эффективному обмену опытом.

Преимущества телемедицины

Возможность получения консультации в любом месте. Для пациентов основное удобство методов телемедицины заключается в возможности обратиться к специалистам большинства сфер медицины из различных регионов, что имеет особенно важное значение для пациентов из удаленных регионов, из сельской местности, где отсутствуют крупные клиники. К тому же, доступ к

онлайн-консультациям получают люди, которые нуждаются в срочной медицинской помощи, находясь в поездке (в отпуске, командировке). В настоящее время технологии телемедицины применяются практически во всех сферах врачебной деятельности. Даже в таких областях, как реаниматология, подобные технологии находят применение: например, в экстренных случаях врач может сделать звонок по видеосвязи более опытному коллеге, чтобы правильно оказать неотложную помощь пациенту.

Получение второго мнения. Одно из существенных преимуществ телемедицины — возможность для пациента узнать второе мнение специалиста, отправив врачу свою историю болезни. Это, в частности, актуально для пациентов, страдающих онкологическими и другими заболеваниями, которым для получения второго мнения нередко приходится ехать на прием к специалистам в другой регион или за рубеж.

Экстренное оказание помощи в чрезвычайных ситуациях (ураганы, наводнения, землетрясения). В США во время урагана «Харви» 2017 года в Техасе медицинские работники организовали видеоконференции со специалистами из других штатов для незначительно пострадавших людей. Это позволило разгрузить врачей, которые в первую очередь занялись пациентами с тяжелыми травмами [1].

Безопасность обращения к врачу во время эпидемий. Свою эффективность телемедицина, в частности, доказала в период пандемии коронавируса, когда нагрузка на медицинские учреждения всего мира многократно выросла, а из-за угрозы заражения дистанционные консультации стали необходимым решением как для пациентов, так и для медицинского персонала. В этот период

государственные и частные клиники начали активно предлагать пациентам услуги телемедицины. Защита от больничных инфекций важна и в периоды, когда эпидемий нет, в особенности для детей, хронических больных, беременных, пожилых пациентов, людей с ослабленным иммунитетом.

Постоянный мониторинг состояния пациента при хронических заболеваниях. Особую важность этот фактор приобретает для пациентов старшего возраста, жителей отдаленных регионов, пациентов, испытывающих сложности с передвижением. Технологии телемедицины также включают сервисы напоминания о приеме препаратов.

Развитие телемедицины в Узбекистане

В Узбекистане, как говорилось на семинаре Комитета по вопросам инновационного развития, информационной политики и информационных технологий в 2021 году, развитию телемедицины и системы дистанционных медицинских услуг уделяется большое внимание [6]. Отмечалось, что данные вопросы находятся в центре внимания президента страны и парламента. Основными целями использования таких технологий называлась доступность высококвалифицированных медицинских услуг как в столице и крупных городах, так и в отдаленных районах. Было упомянуто о возможности снизить при помощи данных систем затраты граждан на получение качественной медицинской помощи, а также повысить эффективность оказываемых медицинских услуг.

По данным 2021 года, в стране за год количество специализированных научно-практических медицинских центров выросло со 175 до 224. Была налажена связь с отдаленными районами областей, что дало возможность врачам проводить онлайн-консультации. За год онлайн-консультации получили 46 153 пациентов, было проведено 3412 консилиумов, 493 семинара, 689 онлайн-мастер-классов.

В числе проблем развития системы телемедицины назывались такие, как: недостаточно развитая медицинская информационная инфраструктура, нехватка компьютерного оборудования, недостаточно высокий уровень ИТ-грамотности медицинского персонала. Кроме того, Комитетом подчеркивалась необходимость разработки полноценной нормативно-правовой базы для развития данной сферы.

Примеры использования технологий телемедицины

Исследуем функции телемедицинского мобильного приложения на примере приложения для дистанционного предоставления медицинских услуг XMed с более чем 50 тысячами активных пользователей в Узбекистане, Казахстане, Таджикистане, Киргизии и России. Приложение дает возможность записываться на прием к врачу, вызывать на дом медицинских сотрудников для уколов и капельниц, проводить онлайн-

консультации врачей, в том числе за рубежом, и искать специалистов для офлайн-консультации в своем районе. Также приложение позволяет хранить историю болезни в смартфоне, осуществлять контроль над приемом препаратов и получать напоминание об их приеме. Кроме того, в приложение интегрирована система QR-кодов для приобретения лекарств. Врачи с помощью приложения могут консультироваться с другими специалистами, с зарубежными коллегами, участвовать в консультациях, проводимых более опытными коллегами, повышать квалификацию, осуществлять удаленный мониторинг пациентов.

Среди приложений телемедицины, использующих элементы геймификации, можно привести в пример Mango Health — мобильное приложение для контроля приема лекарств, которое превращает соблюдение режима в игру. Пользователи устанавливают напоминания о необходимости приема лекарств и зарабатывают очки за соблюдение режима. Приложение также предоставляет образовательный контент о лекарствах и их побочных эффектах, что делает его комплексным инструментом для управления здоровьем с помощью геймификации [8].

Практику удаленного мониторинга иллюстрирует пример клиник Германии: в стране проводится несколько клинических исследований с участием пациентов, страдающих хроническими и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Они ежедневно заносят ряд показателей (вес, уровень сахара в крови и др.) в специально созданные базы данных и отправляют в телемедицинский центр. При необходимости пациентам предоставляются приборы, считывающие данные о состоянии здоровья (весы, аппарат для измерения давления, 12-канальный ЭКГ-аппарат). Например, Центр кардиоваскулярной медицины при Шарите ежедневно получает данные о весе, артериальном давлении, сердечных ритмах сотен пациентов. Если при анализе данных какие-либо показатели покажутся сотрудникам центра подозрительными (в течение короткого времени значительно увеличился вес, повысилось давление и т.д.), с пациентом связываются и записывают на прием к врачу. Сейчас под наблюдением в подобных телемедицинских центрах находятся несколько десятков тысяч пациентов по всей Германии [9].

Будущее телемедицины

Телемедицину называют одним из наиболее быстрорастущих направлений здравоохранения. По прогнозам, мировой рынок мобильных приложений для контроля за здоровьем к 2027 году вырастет на \$312 млрд [6]. Можно говорить о следующих тенденциях развития телемедицины на ближайшее будущее:

1. Расширение спектра услуг для пациентов. Прогнозируется рост числа специалистов, проводящих онлайн-консультации, следовательно, расширится список медицинских услуг, которые смогут получать пациенты.

2. Развитие систем мониторинга. Ожидается рост рынка устройств дистанционного мониторинга до \$588.9 миллиарда к 2030 году. Поставщики медицинских технологий активно инвестируют в программное обеспечение, которое связывает пациентов и врачей через физические устройства и позволяет пользователям самостоятельно отслеживать состояние своего здоровья. Для этих целей используются: трекеры, современные «умные» кровати, мониторы ЭКГ, позволяющие собирать и обмениваться информацией с телемедицинскими приложениями через интернет-соединение [8].

3. Геймификация. По прогнозам, мировой рынок геймификации в здравоохранении вырастет на 22,6% с 2023 по 2030 год благодаря увеличению числа людей, пользующихся смартфонами, широкому распространению интернета и росту числа хронических заболеваний, требующих постоянного контроля. В приложениях могут использоваться интерактивные форматы (викторины, задания, вознаграждения) для обучения пациентов управлению хроническими заболеваниями, такими как диабет, и поддержания их мотивации. Это также способствует соблюдению планов лечения благодаря достижению пользователями ежедневных целей по физической активности, приему лекарств или соблюдению диеты и получению вознаграждения за достижение этих целей [8].

4. Развитие технологий AR. В телемедицине, как и во многих других сферах совершенствуются и усиливают свое влияние технологии на основе дополненной реальности. Данный тренд выводит медицинские услуги на новый уровень, позволяя специалистам эффективно обучаться, а медицинскому персоналу — более точно выполнять процедуры. Дополненная реальность имеет множество областей применения, от «умных очков», отображающих данные пациента во время операции, до сканеров вен. Использование AR возможно в ходе хирургических операций: получая цифровую информацию во время работы, хирург может не отвлекаться, глядя на отдельные экраны [8].

5. Использование искусственного интеллекта. AI-технологии получают распространение как в обычной, так и в телемедицине. С их помощью возможно оптимизировать процесс работы сотрудников клиники, собирать и анализировать информацию о пациентах и т.д.

6. Увеличение востребованности онлайн-психотерапии. По данным 2019 года, 30-40% опрошенных высказывали положительное мнение о подобных услугах и были готовы ими воспользоваться [10].

7. Рост числа пациентов среднего и пожилого возраста. В настоящее время возможности телемедицины в основном востребованы у молодой аудитории, однако есть тенденция к увеличению

среднего возраста пользователя технологий телемедицины.

Заключение

Телемедицина помогает существенно снизить нагрузку на медицинские учреждения, что особенно значимо в периоды эпидемий. Она становится оптимальным решением для пациентов во многих случаях: для жителей крупных городов это возможность посетить специалиста без очередей и не тратить время на дорогу, для пациентов из отдаленных и сельских регионов дистанционные услуги могут являться единственным способом получить консультацию специалиста в другом регионе.

Во время пандемии коронавируса интерес к телемедицине по всему миру стремительно возрос и остается на стабильно высоком уровне, что дает повод ожидать дальнейшего уверенного развития данной сферы. Будущее телемедицины напрямую связано с развитием технологий, уже сейчас в ней применяются решения на основе новейших разработок, таких, как технологии на базе AI, которые делают оказание дистанционных медицинских услуг еще более совершенным и расширяют спектр подобных услуг.

Литература

1. Клейменова Л. Что такое телемедицина? // [Электронный ресурс]. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/5d8e297f9a79478c40cd4369>
2. Романовских П. Телемедицина: что это такое и как организовать // [Электронный ресурс]. URL: https://kontur.ru/talk/spravka/45107-telemedicina_chno_eto_takoe_i_kak_organizovat
3. Asia-Pacific Telemedicine Is Here to Stay // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bain.com/insights/asia-pacific-telemedicine-is-here-to-stay-snap-chart/>
4. Что такое телемедицина // [Электронный ресурс]. URL: <https://sbermed.ai/>
5. Mobile Health (mHealth) Market To Reach USD 311.98 Billion By 2027 | Reports and Data // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/04/28/2023512/0/en/Mobile-Health-mHealth-Market-To-Reach-USD-311-98-Billion-By-2027-Reports-and-Data.html>
6. Чем нам так полезна телемедицина, и почему государство уделяет столько много внимания сфере оказания дистанционных медицинских услуг? // [Электронный ресурс]. URL: https://parl.uz/articles/policy/chem_nam_tak_polezna_telemeditsina_i_pochemu_gosudarstvo_udelyaet_stolko_mnogo_vnimanija_sfere_okaza/
7. Telemedicine: Where Did It Go Wrong? // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.techtimes.com/articles/307203/20240820/telemedicine-where-did-it-go-wrong.htm>
8. Konstantinov R. 5 Telehealth Trends to Follow in 2024 And Beyond // [Электронный ресурс]. URL: <https://empeek.com/insights/telehealth-trends/>

9. Ветрова Е. Телемедицинские технологии в медицине Германии: расстояния — не преграда. // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.medplus24.ru/magazine/innovation/617.html>

10. Willingness to use telehealth for mental health reasons among U.S. adults as of 2019, by age group // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.statista.com/statistics/1190560/willingness-to-use-telehealth-mental-health-reasons-us-adults-by-age/>

Давидовский Антон Александрович
Архитектор решений компании *Broadcom, Inc.*,
Колорадо, США

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПУБЛИЧНЫХ ОБЛАКОВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ 5G СЕТЕЙ

Аннотация. Статья посвящена использованию публичных облаков при построении 5G-сетей. В материале описано, что представляет собой типовая архитектура сети и какие из ее компонентов можно перенести на облачные платформы, а также какие именно преимущества дает такой подход. Автор подчеркивает: перенос не только обеспечивает масштабируемость и географическую распределенность сети, но и повышает привлекательность 5G-проектов в глазах инвесторов.

При этом он предупреждает, что в определенных сценариях цена за использование облачных вычислительных ресурсов становится слишком высокой по сравнению с содержанием собственных дата-центров. В качестве еще одного возможного риска он упоминает чрезмерную привязку к поставщику (так называемый эффект vendor lock-in). В статье приводятся практические рекомендации по тому, как выбрать облачного провайдера. Описывается два примера построения архитектуры 5G с переносом компонентов в облака лидерами мирового рынка телекоммуникаций — компаниями Deutsche Telekom и Dish Network.

Ключевые слова: 5G, мобильная связь, телекоммуникации, облачные технологии, инновации

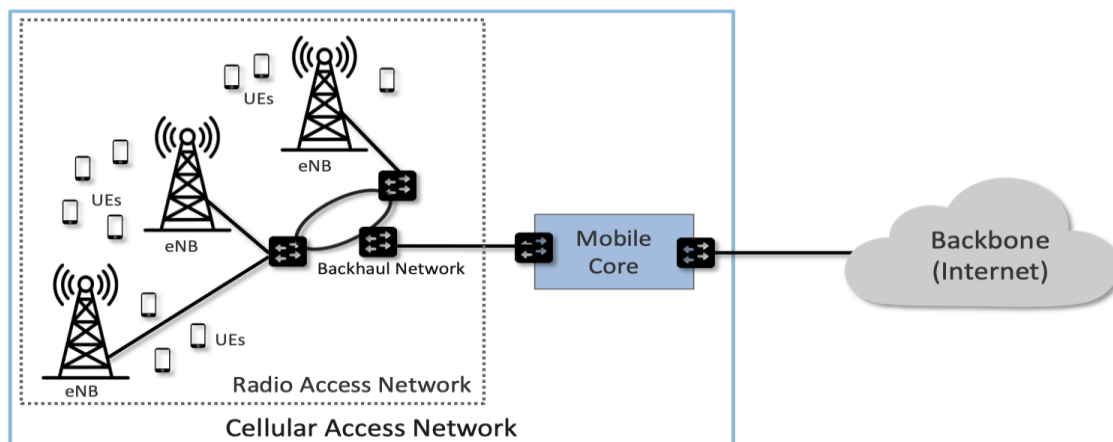
Технология 5G обещает телекоммуникационной отрасли и ее клиентам высокую скорость, минимальные задержки в передаче данных и массовую подключаемость устройств. По данным GSMA [1], средняя скорость загрузки в сетях 5G к концу 2023 года составила около 230 Мбит/с, что более чем в пять раз больше, чем в 4G.

Центральное место в развертывании и эксплуатации 5G занимает архитектура сети мобильной связи, которая состоит из двух основных подсистем [2, 3]: сети радиодоступа (Radio Access Network, RAN) и мобильного ядра (Mobile Core).

RAN управляет радиоресурсами (диапазоном частот), обеспечивая их эффективное использование и соответствие требованиям к качеству обслуживания (QoS) каждого клиента. В

частности, она устанавливает и при необходимости разрывает соединение, гарантирует целостность данных, предоставляет услуги безопасности для пакетов пользователя, отвечает за процессы модуляции и кодирования для эффективной передачи информации и так далее. В RAN 5G эти функции обычно разделены на три блока — Radio Unit (RU), Distributed Unit (DU) и Central Unit (CU).

С технической точки зрения сеть радиодоступа состоит из базовых станций — так называют комплекс радиопередающей аппаратуры, осуществляющий связь с конечным абонентским устройством. В 4G они называются eNodeB или eNB (сокращение от evolved Node B, усовершенствованный телекоммуникационный узел мобильной связи). В 5G базовые станции известны как gNB, где «g» означает next Generation (следующее поколение).



В свою очередь, мобильное ядро (в 4G оно называлось Evolved Packet Core (EPC), а в 5G — 5G Core (5GC)) работает ближе к «границе» сети, обеспечивая мост между физической инфраструктурой RAN в некой географической области и глобальным интернетом. При этом RAN и мобильное ядро могут быть сосредоточены как в одном месте, так и охватывать сотни километров.

5GC использует архитектуру, похожую на микросервисную (в которой приложения создаются в виде набора независимо развертываемых сервисов). Она известна как 3GPP Service Based Architecture — сервисно-ориентированная архитектура. При этом по факту спецификация консорциума 3GPP описывает набор функциональных блоков, а не их конкретную реализацию.

Ядро работает на уровне пользователя (User Plane, UP) и контроля (Control Plane, CP). На UP передаются данные клиента (голосовой звонок, SMS или интернет-трафика). На уровне CP происходит обмен сигнальным трафиком — эта часть системы управляет сетью передачи данных.

Ключевая функция, которая реализуется на UP, это UPF (User Plane Function). Она отвечает за пересылку трафика между RAN и глобальным

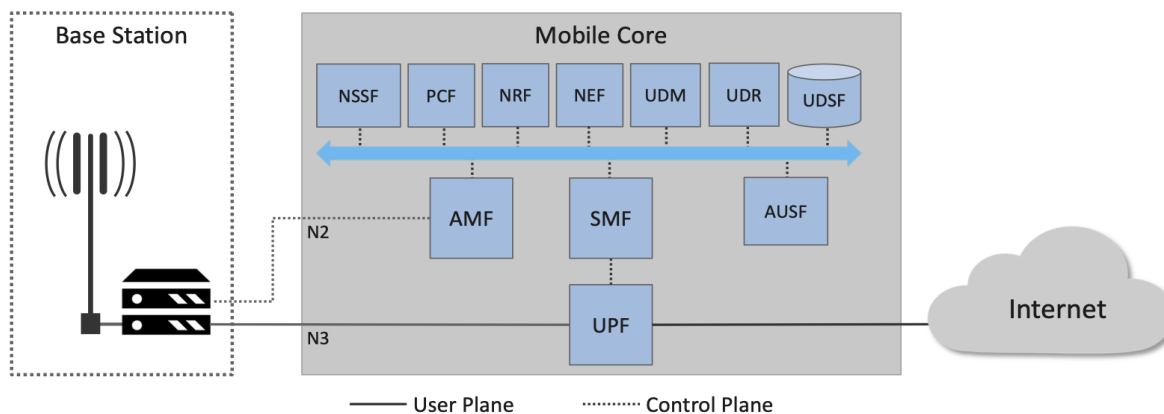
интернетом, выполнение политик оператора, измерение использования трафика. Остальные функциональные элементы работают на CP. В первую очередь это:

- AMF (Access and Mobility Management Function): отвечает за управление подключением, авторизацию доступа и услуги по определению местоположения устройства;

- SMF (Session Management Function): управляет каждой сессией UE, включая выделение IP-адресов, выбор функций, контроль некоторых аспектов QoS и маршрутизации.

Другими словами, AMF авторизует доступ, когда UE впервые подключается к одной из локальных базовых станций, а затем отслеживает, какая станция в данный момент обслуживает каждое устройство. А SMF выделяет IP-адрес авторизованному UE и напрямую взаимодействует с UPF для поддержания состояния сеансов.

Среди других функций мобильного ядра: аутентификация UE и генерация учетных данных, управление информацией о подписке и биллинге, управление выбором сетевых фрагментов для обслуживания конкретного UE, предоставление возможностей сторонним сервисам и так далее.



При построении вышеописанной архитектуры сети 5G операторы могут использовать возможности публичного облака. У этого подхода есть несколько значимых преимуществ. Во-первых, он позволяет операторам связи поддерживать масштабируемость сети и при этом избавляет их от необходимости содержать собственные центры обработки данных (так как все необходимые вычислительные ресурсы доступны в облаке).

К тому же, облачные провайдеры обычно предлагают соглашения об уровне обслуживания (SLA), гарантирующие бесперебойную работу и производительность. Их глобальная инфраструктура может поддерживать широкое географическое распределение услуг. Кроме того, облачные платформы часто поставляются со встроенными решениями для аварийного восстановления и отказоустойчивости. Наконец, финансовая модель переходит от капитальных затрат (CapEx) к операционным расходам (OpEx),

что может быть более привлекательным для инвесторов.

При переносе компонентов сетей 5G в облако общее правило звучит так: если программный компонент можно отнести дальше чем на 100 км от вышки сотовой связи — его можно разместить и в облаке. RAN очень чувствителен к задержкам в передаче данных, а его компоненты зачастую расположены прямо на вышках. Из-за этого в облако их, как правило, не переносят (хотя в некоторых случаях это возможно, как будет понятнее далее из примера DISH Network и AWS). Так что в контексте сетей 5G именно компоненты ядра мобильной связи лучше всего подходят для облачных вычислений.

При этом следует учитывать недостатки подхода. Стоимость использования облачных сервисов со временем может стать непомерно высокой, особенно при крупномасштабном развертывании, поэтому потенциально дешевле будет содержать собственную инфраструктуру. Это

видно на примере компаний-разработчиков ПО. В 2021 году один из крупнейших американских венчурных фондов Andreessen Horowitz выяснил [4], что для публичных игроков в этой сфере расходы на облака составляют в среднем 50% от себестоимости выручки (сумма всех затрат, понесенных при производстве, маркетинге и дистрибуции продуктов и услуг компании среди клиентов). В общей сложности 50 ведущих компаний теряют примерно \$100 млрд своей рыночной стоимости из-за облака — деньги, которые они могли бы сэкономить, если бы использовали собственную инфраструктуру.

Существует также риск привязку к поставщику, когда зависимость от услуг конкретного провайдера затрудняет его смену или возврат к локальной инфраструктуре. Плюс, хотя соглашения об уровне обслуживания обеспечивают определенную защиту, компенсация за перебои в обслуживании, скорее всего, не покрывает все потери бизнеса от простоя.

С учетом этих факторов для телеком-операторов крайне важен грамотный выбор облачного провайдера. Необходимо учитывать несколько факторов: стоимость услуг, набор доступных сервисов (например, виртуальные машины и инструменты автоматизации DevOps), а также физическое расположение центров обработки данных. Последнее может повлиять на возможность устанавливать прямые соединения и обеспечивать низкую задержку связи. Некоторые поставщики могут предлагать так называемые managed services (практика, когда облачным провайдером предоставляется готовый программный сервис, а не набор компонентов для его построения) специально для 5G, хотя это пока не так распространено.

Организации также могут рассмотреть возможность мультиоблачной или гибридной стратегии, когда используется несколько публичных облаков или облако и внутренние ИТ-ресурсы компании. Такой подход позволяет избежать зависимости от одного поставщика и распределять компоненты системы для оптимизации производительности и стоимости. В частности, можно использовать для конкретных функциональных блоков нативные облачные сервисы от разных провайдеров, вроде баз данных и сервисов подписки.

Если компания эксплуатирует несколько публичных облаков вместо своих дата-центров, у нее появляются дополнительные требования к персоналу. Команде нужно понимать основные процедуры в работе с разными облачными платформами. Зато исчезает необходимость поддерживать серверное и сетевое оборудование и системы хранения данных.

Несколько реальных проектов иллюстрируют успешную интеграцию ресурсов публичного облака в сети 5G. В частности, в рамках экспериментальной концепции Deutsche Telekom при поддержке AWS и VMware

продемонстрировала глобально распределенную корпоративную сеть 5G [5]. Она позволяет удовлетворять потребности клиентов в быстром и гибком управлении услугами связи в географически распределенных точках через единый интерфейс.

Проект объединяет частные беспроводные решения 5G Deutsche Telekom, сервисы и инфраструктуру AWS, мультиоблачную телеком-платформу VMware, узел связи The Open Grid Alliance и функции RAN и ядра от компании Mavenir. Две частные беспроводные сети 5G Standalone (SA) развернули в Праге (Чехия) и Сиэтле (США) и подключили к ядру Mavenir 5G Core, размещенному в AWS Frankfurt Region.

5G SA с функциями UPF и RAN работает на платформе VMware Telco Cloud Platform. Это позволяет предоставлять услуги с низкой задержкой. Там же развернуто решение VMware Service Management and Orchestration (SMO), выполняющее функции глобального оркестратора для управления разными компонентами. Фреймворк SMO помогает упростить, оптимизировать и автоматизировать работу RAN, мобильного ядра и его приложений в мультиоблачной среде.

Чтобы продемонстрировать преимущества подхода, использовалось приложение для видеоаналитики. Камеры были установлены в Праге и Сиэтле и подключены через глобальную корпоративную сеть. Она позволила оператору запускать программу искусственного интеллекта для практически мгновенного анализа данных и вывода результатов.

Другим ярким примером является коллаборация DISH Network и AWS [6]. Команда архитекторов DISH в сотрудничестве с AWS разработала масштабируемую автоматизированную платформу для 5G. В проекте использовалась логическая иерархическая архитектура, состоящая из:

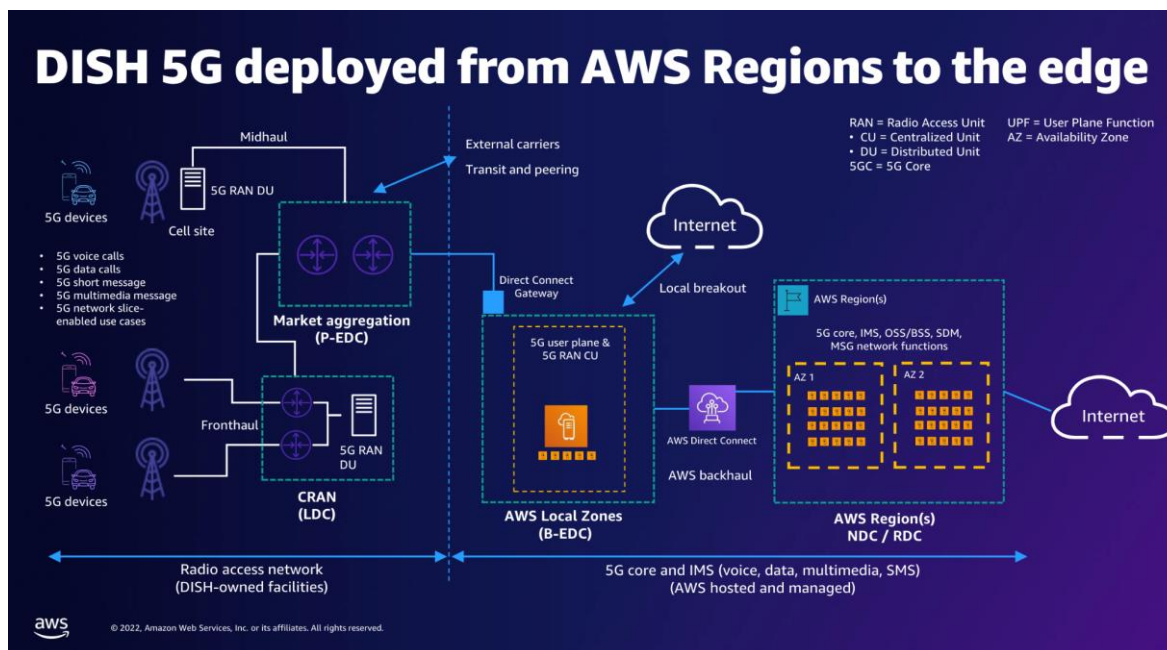
- национальных центров обработки данных (NDC)
- региональных центров обработки данных (RDC)
- пограничных центров обработки данных (BEDC)

Это позволило учесть распределенный характер функций 5G и требования к разным уровням обслуживания.

BEDC развернули в локальных зонах AWS, где размещаются сетевые устройства 5G со строгими требованиями к задержкам. Они связаны с пограничными центрами обработки данных DISH (Passthrough Edge Data Centers, PEDC), которые служат точкой агрегации для локальных ЦОДов (LDC). В BEDC находится в том числе центральный блок (Central Unit) RAN, с которым взаимодействуют Radio Unit, находящийся на вышках, и Distributed Unit, который управляет Radio Unit. Там же также реализуется функция UPF.

В RDC размещаются аутентификация и управление сеансами, а также голосовая связь для абонентов 5G. Наконец, в NDC перенести общенациональные глобальные сервисы, такие как база данных абонентов, мультимедийная IP-

подсистема, система операционной поддержки и биллинга. Эти рабочие нагрузки могут работать с относительно высокими задержками, что позволяет централизованно развертывать их в регионе AWS.



Среди других похожих примеров — американский оператор AT&T, который перенес 5G на облачную платформу Microsoft Azure [7], и немецкое подразделение холдинга Telefonica, которое планирует разместить автономное ПО ядра в общедоступной облачной инфраструктуре AWS [8].

Заключение

Использование публичных облачных вычислительных ресурсов при построении сетей передачи данных 5G дает значительные преимущества с точки зрения масштабируемости, гибкости и географической распределенности. Хотя при этом приходится идти на компромиссы, можно сказать, что преимущества часто перевешивают недостатки, особенно при использовании гибридной или мультиоблачной стратегии. Реальные внедрения ведущих операторов связи уже продемонстрировали жизнеспособность и потенциал облачных сетей 5G.

По данным Custom Market Insights, глобальный объем рынка 5G Core Network оценивался в \$2,41 млрд в 2022 году и, как ожидается, достигнет \$20,6 млрд к 2032 году, показывая впечатляющий среднегодовой темп роста 42% [9]. Важнейшую роль играют именно облачные вычисления. В исследовании отмечается, что ведущие поставщики сетевых услуг уже переходят к развертыванию опорных сетей 5G в облачных конфигурациях, чтобы снизить свои затраты и гарантировать клиентам отсутствие задержек. Этот тренд способен перевернуть представление индустрии о сотовой связи.

Литература

1. The State of 5G 2024. Introducing the GSMA Intelligence 5G Connectivity Index <https://data.gsmainelligence.com/api-web/v2/research-file-download?id=79791087&file=210224-The-State-of-5G-2024.pdf>
2. 3GPP, 5G System Overview, Coordinated by Alain Sultan, MCC, 2022 <https://www.3gpp.org/technologies/5g-system-overview>
3. Larry Peterson, Oguz Sunay, Bruce Davie, Private 5G: A Systems Approach <https://5g.systemsapproach.org/index.html>
4. Sarah Wang, Martin Casado, The Cost of Cloud, a Trillion Dollar Paradox, 2021 <https://a16z.com/the-cost-of-cloud-a-trillion-dollar-paradox/>
5. Deutsche Telekom demonstrates a global enterprise network for seamless connectivity across geographically distributed data centers with AWS and VMware, 2023 <https://news.broadcom.com/releases/deutsche-telekom-demonstrates-a-global-enterprise-network>
6. Ammar Latif, Ash Khamas, Sundeep Goswami, Vara Prasad Talari, Dr. Young Jung, Telco Meets AWS Cloud: Deploying DISH's 5G Network in AWS Cloud, 2022 <https://aws.amazon.com/ru/blogs/industries/telco-meets-aws-cloud-deploying-dishs-5g-network-in-aws-cloud/>
7. Bloomberg, AT&T Is Moving Its 5G Cloud Network to Microsoft's Azure, 2021



<https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-06-30/at-t-agrees-to-outsource-its-5g-network-to-microsoft-s-azure?embedded-checkout=true>

8. Mobile World Live, Nokia, AWS claim cloud first with Germany SA 5G move, 2024

<https://www.mobileworldlive.com/telefonica/nokia-aws-claim-cloud-first-with-germany-sa-5g-move/>

9. Custom Market Insights, Global 5G Core Network Market 2024–2033, 2023

<https://www.custommarketinsights.com/report/5g-core-network-market/>

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

*Ermachenko^{1,2} M.F., Ivanov¹ R.A., Klimova¹ O.S.,
Sergeeva¹ L.I., Nomokonov¹ V.I., Popelkov A.A.*

¹*OGBUZ "Bratsk Children's City Hospital", Irkutsk region*

²*Irkutsk State Medical University*

A RETROSPECTIVE ANALYSIS OF THE TREATMENT OF PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS IN THE INTENSIVE CARE UNIT

DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2024.1.104.495

The causes of 186 cases of hospitalization and tactics for treating children with diabetes for the period from 2000 - 2019 are analyzed. In the conditions of the resuscitation department.

Keywords: diabetes mellitus, coma, children.

Relevance: one of the most common chronic diseases of the 21st century is diabetes (SD) [11,12]. In 2019, 463 million people patients with diabetes were registered in the world. The number of deaths due to diabetes for 2019 has 4.2 million, which is 11.3% of all deaths in the world [10,11,12]. Statistics on diabetes of the first type are almost completely represented by children and adolescents, with this disease there are more than 1.1 million around the world [10,11,12]. Despite the decrease in the rate of growth in the disease in some European countries, the annual increase remains at 3.4%. SD is a problem of state importance due to its epidemic nature associated with vascular complications that cause damage to the vessels of the heart, brain, limbs, kidneys, retina and large economic costs [10,11,12]. Two paths lead to the disease: two ways: Autoimmune, when immunity suffers, aggressive fragments appear that destroy the cells of the pancreas, and the second is idiopathic, when destruction occurs without the participation of immunity.

These two mechanisms lead to the fact that there is an absolute insulin deficiency in children with diabetes of the first type. [1,2,3,8,12]. According to International Diabetes Federal for 2019. Russia is included in the top ten countries with the largest number of patients with diabetes [3,7,8,10,12]. Every year in Russia, the number of patients with diabetes increases. The total number of patients with diabetes in the Russian Federation as of 01.01.2019 amounted to 4,584,575 (3.12% of the population of the Russian Federation), including: SD1 - 256.2 thousand, SD2 - 4.24 million, other types of diabetes - 89.9 thousand since 2000. The number of patients with diabetes in the Russian Federation increased 2.2 times [7,8,10,12].

So, in the Irkutsk region, the annual growth rate of diabetes among children and adolescents ranged from 4.6% to 7.1% in recent years (about 60 children from 1 year to 18 years old) [4,5,6,11]. Currently, almost 60 thousand people suffer from diabetes in the Irkutsk

region, of which children are 660 people [6,7,11]. Every year, about 500 small patients with diabetes undergo treatment in the endocrinology department of the Irkutsk Regional Children's Hospital. [eleven]. In Bratsk in 2019. The incidence of iTip diabetes among children was 0.16% (49 patients with diabetes mellitus for 30180 children's attached population). Since 2000 in 2019 In Bratsk, there is an annual increase in sick children with diabetes by 4.5 - 7.5% (3 - 5 patients). Many children with diabetes (first detected and repeated) in the pre -commissit and coma, with pronounced metabolic acidosis, are hospitalized, for intensive care, in the department of resuscitation [5,6,11]. In case of neglected cases (later intake in intensive care), the risk of the development of death is maintained [6,11,12].

The purpose of the work to analyze the reasons for the primary and repeated hospitalizations of children with diabetes and the tactics of their treatment in the intensive care unit.

Material and methods. Under our observation in the resuscitation department for 8 beds of the OGBUZ "Bratsk Children's City Hospital" since 2000 - 2019. 186 cases of patients with diabetes from 1 year to 18 years were hospitalized. In 180 cases, the diagnosis of type: type I diabetes mellitus, diabetic prete or coma, ketoacidosis IV 6 cases Diabetes: type I diabetes mellitus, hypoglycemic coma. Of the 186 cases of hospitalization: in 69 cases, children were detected for the first time, and in 117 cases they made up repeated hospitalizations.

Results and discussion. The absolute and relative number of patients with diabetes treated in the intensive care unit is presented in (Table 1).

The number of patients with diabetes in ORI in comparison with the total number of patients OIT, ABS. (%)Year the total number of patients in ORI, the number of patients with diabetes, the number of cases of hospitalization of diabetes for the first time identified.

Table 1

The number of re-hospitalized diabetes

Year	The total number of patients in ORI, the number of patients with diabetes	The number of cases of hospitalization of diabetes for the first time identified	The number of re-hospitalized diabetes
2000	285; 9 (3,1)	2	5
2001	279; 6 (2,1)	1	2
2002	290; 7 (2,4)	3	4
2003	184; 7 (3,8)	2	2
2004	291; 10 (3,4)	1	5
2005	296; 7 (2,3)	2	2
2006	344; 5 (1,5)	2	2
2007	345; 4 (1,2)	1	1
2008	405; 7 (1,7)	2	1
2009	323; 5 (1,5)	3	1
2010	305; 12 (3,9)	7	2
2011	254; 12 (4,7)	3	2
2012	252; 5 (1,2)	1	5
2013	254; 8 (3,1)	5	7
2014	243; 9 (3,7)	2	9
2015	206;15 (7,2)	7	10
2016	284; 9 (3,1)	2	10
2017	300; 10 (3,3)	7	9
2018	260; 21 (8,0)	8	18
2019	294; 23 (7,8)	8	20
Total:	5694; 186 (3,5)	69	117

Analysis of table 1 shows that patients with diabetes of the total number of patients are from 1.2 to 8.0% (on average 3.5%). Depending on the severity of the state upon receipt and regression of symptoms of diabetic coma, patients were in the department Resuscitation from 1 to 6 fps (on average - 3 f/d). Mortality in the group of patients with diabetes was 0.54% (1 patient). Patient 9 years, entered the intensive

care unit in 2012, after 2 weeks from the onset of the disease in extremely serious condition with a diagnosis: type I diabetes mellitus, first detected, diabetic coma 3 tons, decompensation period, and edema of the brain. Later, the intake, despite intensive therapy, led to the development of decompensation and death.

The reasons for the hospitalization of patients with diabetes in ORIT are presented in (Table 2).

Table 2

Causes of hospitalizations of patients with diabetes in ith

The reasons for hospitalization	Number of cases, abs. (%)
Primary hospitalization:	
first detected diabetes mellitus	69 (37,1%)
Repeated hospitalization:	
Diet violation	60(32,3%)
Untimely injection of insulin	32(17,2%)
accompanying illnesses	25(13,4%)
Total:	186(100%)

Table 2 shows that the main reason for the hospitalization of patients with diabetes in the intensive care unit is the first detected diabetes with the development of a prete or coma - 69 patients (37.1%). Among the repeated hospitalizations in ORI, a diet disorder in patients with SD 60 (32.3%), which led to the development of a diabetic coma. In the history of the development of the disease, these children noted the use of carbohydrates in the form of chocolate, sweets, carbonated drinks. In 6 patients, untimely eating against the background of insulin injection led to the development of a hypoglycemic coma. U32 patients (17.2%) independent abolition of insulin led to the development of a diabetic coma. In 25 patients (13.4%), concomitant diseases (SARS, influenza, pneumonia)

led to a "breakdown" of compensatory mechanisms against the background of selected insulin therapy and the development of a diabetic coma. The analysis we conducted showed that patients for several years were regularly received with signs of coma in the intensive care unit. Over the twenty years of observation, 6 patients moved to other cities to permanent place, and 14 patients were removed from "D" - accounting in the children's clinic, in connection with the achievement of them of the 18th age and their transition to "D" accounting to adult clinics . Interaction with precinct pediatricians and a social teacher revealed that most children with repeated hospitalization in the resuscitation department were brought up in asocial families (parents drinking or drug addicts). Children

were not paid to due attention, which ultimately led to the development of coma. Emergency notifications about the "syndrome of abuse" are transferred to the parents of these children.

Upon receipt of the patient with suspected diabetes mellitus, the patient is examined by the doctor with a pediatrician, an endocrinologist and resuscitator, and a blood test for sugar is taken by Cito.

Of the 47 patients entered the intensive care unit, with the first detected diabetes and 24 patients with repeated hospitalization, there were manifestations of diabetic prete or coma, as well as signs of metabolic acidosis. Expressed violations of KSHS were noted: pH 7.1-7.3 (in one patient, pH was noted-6.9), VE-4.2-19.0. Blood sugar during admission ranged from 14.4 – 51.1 mmol/l.

The treatment tactics in patients with a diabetic ketoacidotic coma were as follows:

Certification was carried out, based on physical strength by age, with the addition of 20 - 50 ml/kg/day, depending on the degree of dehydration, as well as taking into account the ongoing losses. 0.9% NaCl (in sodium of plasma is <150 meek/l), 0.45% NaCl (when sodium plasma > 150 meek/l), with low blood pressure - solutions of colloidal plasma substitutes (HAC, albumin 10%), A 4% solution of sodium bicarbonate 1 - 2.5 ml/kg with a solution of the Ringer (for pH <7.1, under control of KSHS), insulin therapy of short-acting insulins in/B through infusomat 0.1 - 0.05 units before decrease before decreased Glucose in the blood up to 13 mmol/l, then 5% glucose with 0.9% NaCl (1: 1), symptomatic therapy (potassium preparations, heart glycosides, dopamine, heparinotherapy, 25% sulfate magnesia, cocarboxylase). Control of therapy due to hemodynamics, hourly diuresis, blood sugar level every 2 hours, express urine tests for sugar and acetone stripes "Diaphan". Positive dynamics of the condition, the transfer of the patient to the p/c the introduction of insulin was the basis for transferring him to the profile department.

Tactics of treatment in patients with a hypoglycemic coma (sugar at admission <3 mmol/l) was as follows:

A 40% solution of glucose was introduced to patients in/V to the restoration of consciousness, then in/in a drop of 10% glucose with the addition of 4% KCL, Panangin, and heparin under the control of blood glucose levels. Diet No. 9 was prescribed for all patients when restoring consciousness

Conclusions.

1. The pattern is noted within 20 years, in the direction of increasing the receipt of patients with diabetes in the department of children's resuscitation.

2. Patients with diabetes are from 1.2 to 8% (on average 3.5%) of the total number of resuscitation patients.

3. The main reason for hospitalization of the implementation department among patients with sugar diabetes is the manifestation of first detected diabetes with the development of precoma or coma - 69 patients (37.1%).

4. Among repeated hospitalizations, the main reason is the violation of the diet regime in patients - 60 (32.3%), in second place is the untimely injection of insulin - 32 (17.2%), in the third - concomitant diseases - 25 (13.4%).

5. Treatment and observation of patients with diabetes in a state of coma in a modern resuscitation department made it possible to reduce the mortality in this group to - 0.54% (1 patient).

Bibliography:

1. Arbatskaya N.Yu. Type 1 diabetes and pregnancy. Pharmacate. No. 5. 2002. p. 30–36.

2. Grandfather I.I., Balabolkin M.I. New opportunities for compensation for diabetes of type 1 and the prevention of its vascular complications. M.: Publishing House "Ima-Press". 2003.

3. Dedov I.I., Shestakova M.V., Vikulova O.K. Epidemiology of diabetes in the Russian Federation: clinical and statistical analysis according to the Federal Mell Association of Diabetes. Diabetes. 2017.20 (1) S. 13-41

4. Ermachenko M.F., Ivanov R.A., Radinova E.B., Klimova O.S. The case of successful treatment of decompensated metabolic acidosis in a patient with diabetes mellitus // Abstracts of the IX Congress of anesthesiologists and resuscitators. Irkutsk. 2004. P.100.

5. Ermachenko M.F., Ermachenko E.M., Raznova EB, Ivanov R.A., Melnikova T.A., Shatalova N.V., Melnik I.S., Senina I.I., Senina, Ilyina N.A., Tokareva A.F., Samoilenko I.A., Sumtova S.A. The reasons for hospitalization and tactics for treating patients with diabetes mellitus in the conditions of a children's resuscitation department. Doctor. No. 2. 2014. S. 67 - 68.

6. Ermachenko M.F., Ermachenko E.M., Raznova E.B., Ivanov R.A., Shatalova N.V., Senina I.I., Ilyina N.A. Monitoring the causes of hospitalization and treatment of patients with type I diabetes in the intensive care unit. Actual issues of intensive therapy. No. 30. Irkutsk. 2013. S. 18 - 19.

7. Kolabekov I.G. Russian reforms in numbers and facts. Reference publication // M.: Publishing House "Rusaki". 2010. 498 p.

8. Shestakova M.V., Vikulova O.K., Zheleznyakova A.V. et al. Epidemiology of diabetes in the Russian Federation: what has changed over the past decade? Therapeutic archive. 2019; 91 (10).

9. Yankovskaya V.N., Demidova L.V., Andreichenko A.P., Pilyutik V.F., Petryikina E.E., Mikhailova T.D. Treatment of diabetic ketoacidotic coma in children // Pediatrics. No. 5. 2005. S. 106 - 110.

10. Global diabetes report. Geneva: World Health Organization; 2018. License: CC by-NC-SA 3.0

11. <http://www.ogirk.ru/2019/11/14/v-irkutskoj-oblasti-zhivut-660-detej-s-saharnym-diabetom>.

12. <http://www.endocrincentr.ru/sites/default/files/all/even-ts2019/news>

Sum/03/13/19
Prof.komissia/vik_exp_13.03.19.

СОЦИАЛЬНЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 339.7; 339.13

Зыль Александр Николаевич

*Независимый исследователь, редактор cryptonisation.com
Республика Беларусь, Минск*

ПСИХОЛОГИЯ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В КРИПТОВАЛЮТЫ: МОТИВАЦИЯ И ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Zyl Aliaksandr

*Independent Researcher, Editor of cryptonisation.com
Republic of Belarus, Minsk*

[DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2024.1.104.492](https://doi.org/10.31618/ESSA.2782-1994.2024.1.104.492)

Summary: The article focuses on the study of the psychology of cryptocurrency investment, with particular emphasis on the motivational and behavioral characteristics of investors involved in cryptocurrency. Theoretical foundations of cryptocurrency investment motivation are explored, specifying the advantages of cryptocurrency as an investment asset and financial instrument. An empirical study (survey) of active cryptocurrency investors was conducted. It was found that the primary motive for investing in cryptocurrencies is the financial and economic opportunities and the prospect of high returns. Additionally, most investors tend to engage in long-term investment and asset diversification through cryptocurrencies. Certain behavioral traits of cryptocurrency investors were identified, indicating a rational approach to organizing investment activities. Notably, the level of risk tolerance among cryptocurrency investors, according to the survey results, is generally moderate. Government policies and regulatory measures significantly influence investment strategies, and investors hold favorable forecasts regarding the future of cryptocurrencies. The study concludes that functional values associated with cryptocurrencies prevail over emotional and social factors justifying investments.

Аннотация: Статья посвящена исследованию психологии инвестирования в криптовалюты; особое внимание уделяется мотивационным и поведенческим особенностям инвесторов, работающих с криптовалютой. Рассмотрены теоретические основы мотивации инвестирования в криптовалюты (конкретизированы преимущества криптовалюты как инвестиционного актива и финансового инструмента), а также проведено эмпирическое исследование (опрос) активных инвесторов в криптовалюты. Выявлено, что основным мотивом для инвестирования в криптовалюты являются финансово-экономические возможности и перспектива получения высокой прибыли; также установлено, что большинство инвесторов склонны к долгосрочному инвестированию и диверсификации активов посредством криптовалюты. Выявлены некоторые поведенческие особенности инвесторов в криптовалюты, указывающие на рациональный подход к организации инвестиционной деятельности. Примечательным видится тот факт, что уровень склонности к риску среди инвесторов в криптовалюты, согласно результатам опроса, в большинстве случаев является средним. Значительное влияние на инвестиционные стратегии оказывает правительственная политика и регуляторные меры; инвесторы придерживаются благоприятных прогнозов о будущем криптовалют. По итогам проведенного исследования приводятся выводы о том, что функциональные ценности, связанные с криптовалютами, преобладают над эмоциональными и социальными факторами, обосновывающими инвестиции.

Key words: *cryptocurrency investment, investment motivation, cryptocurrency advantages, functional values, investor behavior in the cryptocurrency market.*

Ключевые слова: *инвестирование в криптовалюты, мотивация инвестиций, преимущества криптовалюты, функциональные ценности, поведение инвесторов на рынке криптовалют.*

Введение. Глобальная популяризация и рост значимости криптовалют в современной финансово-экономической сфере определяют растущий интерес к исследованию пользователей криптовалют и их мотивационных и поведенческих привычек, связанных с использованием криптовалюты в качестве средства для инвестиций. Поскольку тема криптовалют начинает подниматься на национальных уровнях (в различных странах затрагиваются вопросы запуска цифровых валют, которые рассматриваются в качестве аналога-заместителя криптовалюты), формируются диспропорции и противоречия,

сопряженные с интересом к использованию криптовалюты в качестве финансового актива, существующего «вне» рамок традиционной финансово-платежной инфраструктуры. Ранее проведенные нами исследования [2; 3] показали, что отличительными достоинствами криптовалюты, привлекающими потребителей, являются безопасность, анонимность, а также отсутствие обремененности ограничениями традиционной финансовой инфраструктуры; вместе с тем, мотивация и поведенческие предпочтения пользователей криптовалют остаются практически неисследованными в

научной литературе и являются важной составляющей, отражающей истинные стремления к использованию криптовалюты для различных целей и задач (будто как платежного средства, инвестиционного актива и т. д.).

Актуальность заявленная тема приобретает именно с точки зрения психологии инвестирования в криптовалюты. Существует необходимость выявления истинных мотивов современных потребителей инвестировать в криптовалюты, что связывается с оценкой опыта, факторов мотивации, целевых ориентиров, идей и отношения к криптовалютам; понятие психологии инвестирования в обозначенном контексте приобретает совокупное значение, выраженное в согласовании личностных особенностей инвестора (склонность к риску, поведенческие реакции) с его интересами и предпочтениями в использовании криптовалюты в качестве инвестиционного актива.

Целью исследования является оценка мотивации и поведенческих предпочтений инвесторов при работе с криптовалютами.

Поставлен ряд задач:

- 1) Обобщить теоретические основы мотивации инвестирования в криптовалюты.
- 2) Провести исследование (опрос) инвесторов, работающих с криптовалютой.
- 3) Конкретизировать особенности мотивации и поведенческих привычек инвесторов при работе с криптовалютами.

Материалы и методы. Материалами к исследованию послужили труды ученых, затрагивающие проблематику и использование криптовалюты в качестве инвестиционного инструмента; особое внимание уделено работам, которые фокусируются на рассмотрении психологических особенностей, поведенческих привычек, предпочтений и факторов мотивации пользователей при использовании криптовалюты. Кроме того, в исследовании использовались собранные посредством онлайн-опроса данные; был проведен опрос инвесторов, работающих с криптовалютой, в количестве 20 чел. (активные инвесторы, в портфеле которых криптовалюта занимает одну из основополагающих ролей, или которые демонстрируют интерес к использованию криптовалюты в качестве средства инвестиций). Целью опроса послужило выявление поведенческих привычек, факторов мотивации, целей и интересов инвесторов при работе с криптовалютой.

В числе методов исследования выступили как общенаучные – анализ научной литературы, библиографическое описание, обсуждение, сравнение, синтез, так и эмпирические – проведение опроса, качественный анализ данных.

Результаты и их обсуждение. Рассмотрение криптовалюты в качестве инвестиционного инструмента обуславливается растущим интересом и высокой рыночной динамикой криптовалют в разрезе традиционных финансовых активов. Отметим, что рыночная капитализация

криптовалют за последние годы продемонстрировала значительный рост, и несмотря на кажущееся «охлаждение» интереса, мировые консалтинговые компании рассматривают криптовалюты в качестве перспективной финансовой технологии и платежного средства будущих периодов, что указывает на прочное закрепление криптовалют в финансово-инвестиционных привычках как рядовых потребителей, так и бизнеса [8].

Фокусируясь на потребителях (пользователи криптовалют – физические лица, граждане), важно отметить, что для них в большинстве случаев криптовалюта рассматривается в качестве альтернативного инвестиционного инструмента, не связанного с традиционной финансовой системой, обеспечивающего перспективы роста на фоне развития цифровой экономики. В этом контексте примечательными видятся тезисы исследования Н.Н. Синявского, который не только отождествляет криптовалюты с цифровой экономикой, но и акцентирует внимание на системе важных факторов принятия криптовалюты пользователями. Автор считает, что котировки криптовалют обосновываются тем, что инвесторы приемлют риски, связанные с криптовалютой, заинтересованы в инвестициях в криптовалюты и рассматривают их как потенциально прибыльный (способный приносить прибыль) актив [6]. По мнению Ю.О. Пимкина и Л.В. Анохиной, помимо сугубо инвестиционных обоснований-перспектив, интерес инвесторов к криптовалютам обуславливается факторами безопасности и потребности использовать актуальный высокотехнологичный финансовый инструмент, связывающийся с преимуществами анонимности. Поэтому криптовалюты становятся как объектом финансовых вложений (конвертация денежных средств в криптовалюту), так и «добычи», т.е. майнинга, связанного с выполнением сложных математических расчетов для получения вознаграждения в виде криптовалюты [5]. Немаловажную роль в растущем интересе к инвестированию в криптовалюты играет и факт интенсивной популяризации и распространения темы криптовалюты во всем мире, о чем пишут С.Е. Козырева и Н.В. Яковлева. Авторы считают, что по мере развития криптовалют, интерес к ним увеличивался, что стимулировало пользователей пробовать криптовалюту и как актив для финансовых вложений, и как платежное средство. Причем по мере популяризации криптовалюты, её стоимость значительно увеличивалась, что дополнительно подогревало интерес пользователей к криптовалюте и уровень финансовых ожиданий от подобных инвестиций [4]. На фоне глобального экономического кризиса и перестроек, все чаще криптовалюта занимает роль альтернативного средства для сбережений.

В контексте тезисов выделенных исследований, особенно примечательной видится работа Х.С. Умарова, в которой систематизируются

ключевые преимущества инвестирования в криптовалюты, многие из которых можно отождествлять с факторами мотивации инвесторов рассматривать криптовалюту в качестве одного из ключевых инвестиционных активов. Автор разделяет преимущества на преимущества доходности, диверсификации и высокой отличительности криптовалюты от других финансовых инструментов, отчужденности от финансовой системы (в том числе, частично, выхода за рамки налоговой системы страны), признания и расширения практик применения криптовалюты в обиходе. Кроме того, как подчеркивает автор, криптовалюта остается высоколиквидным активом, что означает способность быстро превратить криптовалюту в денежные ресурсы и предоставляет потенциальным инвесторам возможность формировать потенциально выгодные резервы с высокой волатильностью [7].

Учитывая все вышеприведенные исследования, отметим, что природа мотивации инвестирования в криптовалюты, зачастую, отождествляется в научной литературе с двумя укрупненными факторами мотивации. С одной стороны, рассматриваются сугубо финансово-экономические мотивы, которые предполагают использование криптовалюты как средства заработка и преумножения личного капитала. С другой, криптовалюта отождествляется с «глотком свежего воздуха», т.е. потенциально кардинально отличным от традиционных финансовых активов инструментом, доступным инвесторам и связывающимся с характерными преимуществами (безопасность, анонимность, высокая ликвидность, признание сообществом, чувство сопричастности к глобальной инновации и т. д.).

Однако все перечисленные мотивационные факторы (в том числе приведенное в научной литературе их обоснование) во многом не раскрывают и/или не обосновывают поведенческие особенности инвестирования в криптовалюты; в частности, открытыми остаются вопросы «внешнего» влияния на инвесторов (СМИ,

популяризация, воздействие сообщества), хаотичности и непоследовательности поведения инвесторов в криптовалюты (отсутствие стратегий, стремление быть в тренде и т. д.), а также реальных ожиданий и имеющихся целей от использования криптовалюты в качестве инвестиционного актива.

Представленный круг вопросов был положен в основу проведенного пилотного эмпирического исследования, представленного в формате онлайн-опроса активных инвесторов в криптовалюты. Так, в опросе всего приняло участие 20 чел., из которых 30% – в возрасте 18-24 лет, 30% – 25-34 лет; и 30% – 35-44 лет; только 10% опрошенных – лица в возрасте 25-54 лет. Преимущественно (70%) в исследовании приняли участие мужчины; среди опрошенных женщинами являются 30% человек. Половина респондентов (50%) – имеют среднее образование; еще 40% – высшее или закончили магистратуру/аспирантуру; оставшиеся 10% – неоконченное высшее образование. Итак, из всех опрошенных, 45% занимаются инвестициями в криптовалюты последние 1-2 года; 40% – менее года и 15% – в течение последних 3-5 лет (т.е. начиная с момента популяризации криптовалют и роста их известности). Отметим, что криптовалюты занимают значительную роль в инвестициях 65% респондентов, поскольку на них приходится 10% (25% опрошенных), 10-25% (20% опрошенных) и 26-50% (20% опрошенных) от объемов инвестиций респондентов; и только 35% респондентов направляют на инвестиции в криптовалюты менее 10% собственного инвестиционного капитала.

Сформировался явный портрет инвестора в криптовалюты – лицо молодого или среднего возраста (18-44 лет), как правило, мужчина (в 70% случаев), со средним или высшим образованием, является начинающим инвестором (менее года – до двух лет инвестирует в криптовалюты), и вкладывает из общего объема инвестиционного капитала до 50% именно на криптовалюты.

В ходе исследования респондентам был задан вопрос «Почему вы начали инвестировать в криптовалюты?», ответы на который распределились следующим образом (рис. 1):

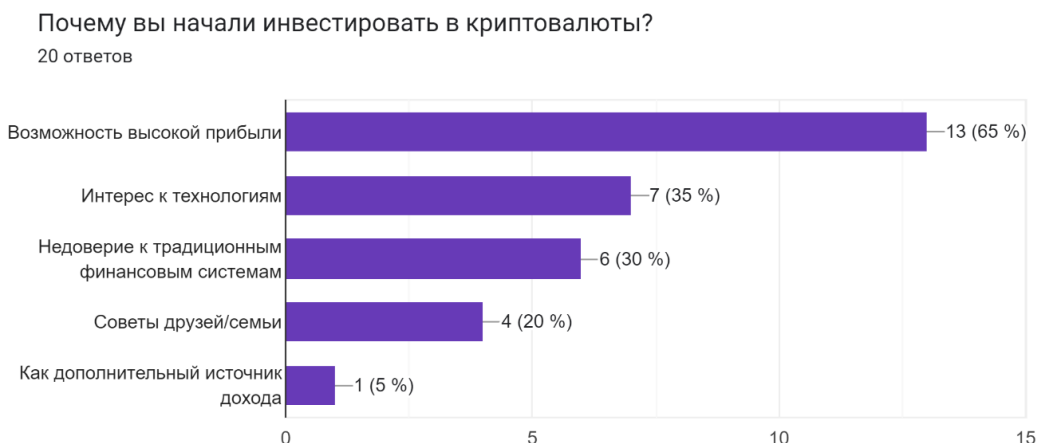


Рис. 1. Ответы респондентов на вопрос «Почему вы начали инвестировать в криптовалюты?».

Исходя из рис. 1, мотивационным фактором (что привлекло внимание к криптовалюте) в 65% случаев (наиболее ярко выраженный фактор) являются именно финансово-экономические возможности, т.е. наличие перспективы получить

высокую прибыль. Далее респондентам был задан вопрос «Какова ваша основная цель инвестирования в криптовалюты?», контекст ответов на который был сформирован с точки зрения стремлений инвесторов (рис. 2):



Рис. 2. Ответы респондентов на вопрос «Какова ваша основная цель инвестирования в криптовалюты?».

Для 70% инвесторов инвестиции в криптовалюты представляют именно долгосрочный интерес; такие инвесторы рассматривают криптовалюту как возможность игры «в долгую» с перспективами увеличения личного финансового благосостояния. Примечательным видится и то, что криптовалюта рассматривается также в качестве способа диверсифицировать портфель (35% опрошенных), и как краткосрочная инвестиция (35%); подобное свидетельствует о разнообразии целевых стратегий инвестирования в криптовалюты.

По итогам первого блока анкеты, отражающего сугубо мотивы и интересы

инвесторов, можно подтвердить приведенные в теоретических исследованиях тезисы о том, что криптовалюта в первую очередь привлекает инвесторов своими финансово-экономическими возможностями (перспектива извлечения прибыли). Теперь, когда данный фактор подтвержден, важно перейти ко второму блоку анкеты, посвященному поведенческим привычкам инвесторов в криптовалюты.

Так, респондентами был задан ряд вопросов, связанных с частотой проверки рыночного курса криптовалют (рис. 3) и реакцией на возможные колебания (рис. 4):

Как часто вы проверяете курсы криптовалют?

20 ответов

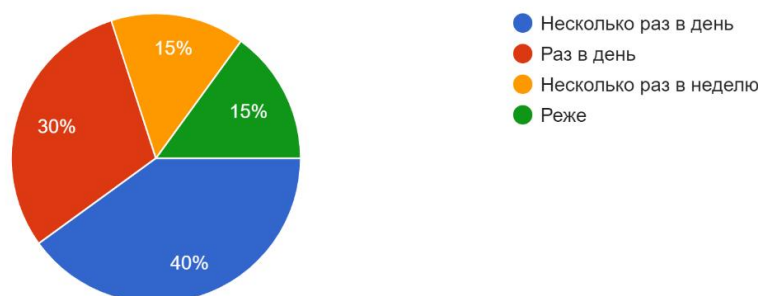


Рис. 3. Ответы респондентов на вопрос «Как часто вы проверяете курсы криптовалют?».

Как вы реагируете на резкие колебания цен?

20 ответов

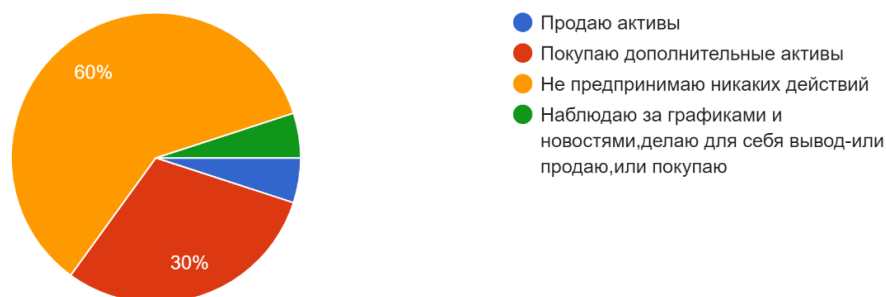


Рис. 4. Ответы респондентов на вопрос «Как вы реагируете на резкие колебания цен?».

Опираясь на приведенные на рис. 3-4 данные, подчеркнем, что разные инвесторы по-разному проверяют рыночную динамику криптовалют; наиболее распространенными являются ежедневные проверки, от одного до нескольких раз в день (70% респондентов); другие респонденты склонны обращать внимание на курс криптовалюты несколько раз в неделю и реже (по 15% соответственно). Показательным является то, что большая часть опрошенных разделяется на две укрупненных группы по реагированию на выявляемые резкие колебания цен; для 30% такие колебания – повод докупать криптовалюту

(очевидно, по более низкой стоимости), а для 60% рыночные колебания не являются поводом для принятия каких-либо действий. Оставшиеся 10% привыкли действовать по ситуации, продавать активы или принимать конкретное решение на основе наблюдений за котировками.

В контексте наблюдений респондентов, важно оценить то, какими средствами и инструментами инвесторы осуществляют аналитику рынка; на рис. 5 и рис. 6 представлены ответы респондентов по вопросам использования технического и фундаментального анализа:

Используете ли вы технический анализ для принятия решений?

20 ответов

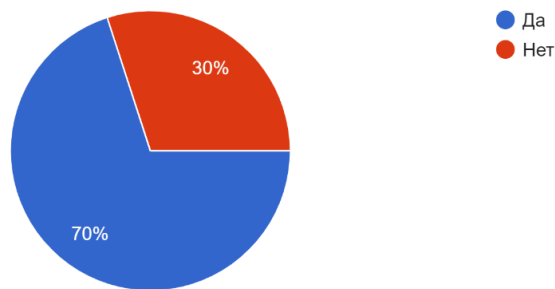


Рис. 5. Ответы респондентов на вопрос «Используете ли вы технический анализ для принятия решений?»

Используете ли вы фундаментальный анализ для принятия решений?

20 ответов

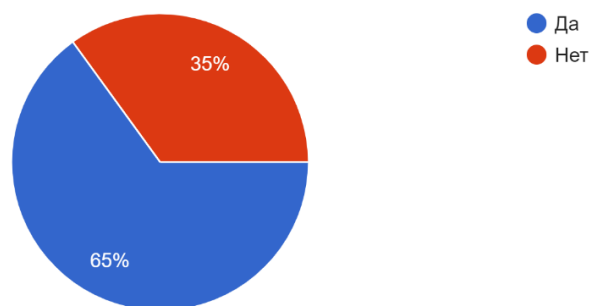


Рис. 6. Ответы респондентов на вопрос «Используете ли вы фундаментальный анализ для принятия решений?».

Основываясь на рис. 5-6, подчеркнем, что большая часть респондентов (более 60% в обоих случаях) склонна опираться на инструменты технического и фундаментального анализа при принятии собственных решений; таким образом, действия 2/3 инвесторов приобретают

обоснованный и объективный характер, во многом не должны зависеть от влияния средств массовой информации или инфоповодов. Подтверждением заявленного тезиса являются ответы респондентов на вопрос «Какую роль для вас играют советы экспертов и аналитиков?» (рис. 7):

Какую роль для вас играют советы экспертов и аналитиков?

20 ответов

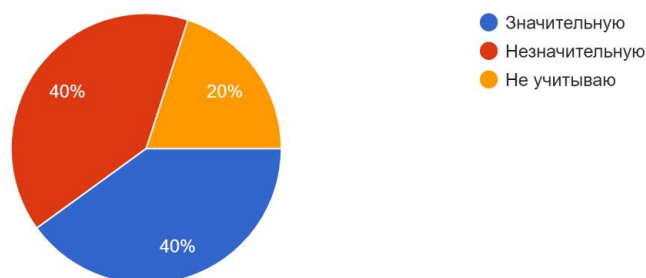


Рис. 7. Ответы респондентов на вопрос «Какую роль для вас играют советы экспертов и аналитиков?»

Как можно заметить, исходя из рис. 7, для 60% опрошенных эксперты и аналитики играют незначительную роль (40%) или не играют никакой роли (20%) при принятии решений; в частности, для 40% опрошенных советы экспертов являются

важным источником данных в работе с криптовалютой.

На вопрос «Как часто вы покупаете криптовалюту под влиянием эмоций?» ответы респондентов распределились следующим образом (рис. 8):

Как часто вы покупаете криптовалюту под влиянием эмоций?

20 ответов

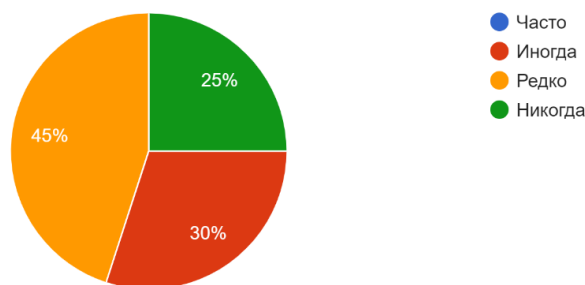


Рис. 8. Ответы респондентов на вопрос «Как часто вы покупаете криптовалюту под влиянием эмоций?».

Итак, среди респондентов не выявлено инвесторов, которые часто приобретают криптовалюту, руководствуясь собственными эмоциями; однако, поскольку респонденты в большей мере являются начинающими инвесторами в криптовалюту, редко (45%) и иногда (30%) они подвергаются влиянию эмоций для приобретения криптовалют, что в целом свойственно неопытным инвесторам. И только 25% опрошенных никогда не ориентируется на эмоции при покупке криптовалют (вероятно, более опытные и менее склонные к риску инвесторы). Оценивая склонность к риску инвесторов в криптовалюты, важно подчеркнуть, что для 65% из

них свойственен средний уровень склонности к риску; о низкой склонности к риску заявляют 25% респондентов, и 10% о высокой.

На вопрос «Согласны ли вы с утверждением: «Инвестирование в криптовалюты это азартная игра?»», инвесторы в 50% случаев выражают частичное согласие, еще 25% полностью согласны с данным утверждением; для 10% и 25% характерно частичное несогласие и полное несогласие с данным утверждением, соответственно. На вопрос «Как вы оцениваете уровень своей уверенности в будущем криптовалют?» ответы респондентов распределились следующим образом (рис. 9):

Как вы оцениваете уровень своей уверенности в будущем криптовалют?

20 ответов

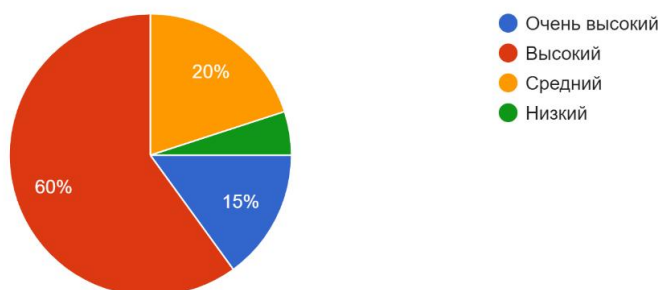


Рис. 9. Ответы респондентов на вопрос «Как вы оцениваете уровень своей уверенности в будущем криптовалют?».

Исходя из заявленных ответов респондентов, 60% испытывают высокую уверенность в криптовалютах, 20% среднюю и 15% очень

высокую. Низкую уверенность демонстрирует только 5% опрошенных. Ответы на аналогичный вопрос «Как бы вы описали свое отношение к

криптовалютам?» позволяют регистрировать, что 60% опрошенных осторожны и оптимистичны в отношении криптовалют; еще 35% испытывают высокий энтузиазм и уверенность, и только 5% – сомневаются в будущем криптовалюты. На фоне данного вопроса актуальной виделась оценка отношения по вопросам влияния правительства на инвестиции в криптовалюты. Для 85% инвесторов правительственные регулирования становятся важным фактором влияния на инвестиции в криптовалюты; для оставшихся 15% – нет. Менее однозначную позицию респонденты занимают в реагировании на новостную информацию

экономического характера. Для 40% респондентов новости оказывают значительное влияние на инвестиции; для 55% незначительное и для 5% не оказывают влияния в целом. На вопрос «Согласны ли вы с утверждением: «Криптовалюты – это будущее финансовой системы?»» респонденты в 90% случаев выразили согласие (полностью согласны 30% и частично согласны 60%), а оставшиеся 10% лишь частично не согласны с заявленным утверждением.

Наконец, завершающим выступил следующий вопрос (рис. 10):

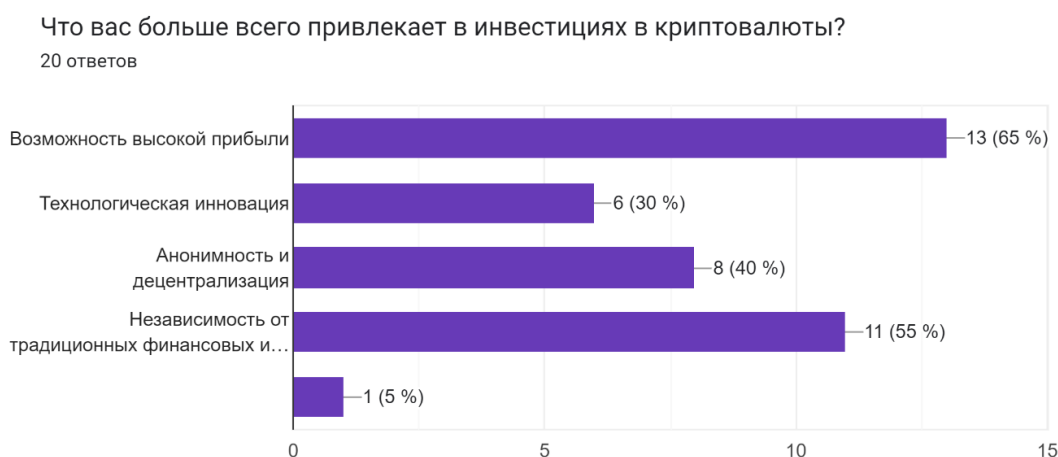


Рис. 10. Ответы респондентов на вопрос «Что вас больше всего привлекает в инвестициях в криптовалюты?».

Отметим, что данный вопрос частично дублирует содержание вопроса 1, однако расширяет факторы привлечения внимания инвесторов с точки зрения именно технологических и иных преимуществ, связанных с криптовалютой. Как и предполагалось ранее, они выходят на вторичный план после возможности получения высокой прибыли (65% опрошенных); особенно важной для инвесторов является независимость от традиционных финансовых инструментов (55%), наряду с анонимностью и децентрализацией (40%).

Так, проведенный опрос активных инвесторов в криптовалюты позволяет сделать несколько ключевых выводов:

Во-первых, действительно, мотивационные факторы преимущественно связываются с системными финансово-экономическими возможностями инвестирования в криптовалюты, преследованием целей долгосрочного инвестирования и диверсификации структуры активов; так, основной мотивацией для инвестирования в криптовалюты является перспектива получения высокой прибыли, что является ключевым для 65% опрошенных и подтверждает заявленные тезисы. Кроме того, большинство инвесторов (70%) рассматривают

криптовалюту как долгосрочную инвестицию, видят в ней возможность устойчивого роста собственного финансового благосостояния; еще 35% респондентов используют криптовалюты в качестве средства диверсификации инвестиций.

Во-вторых, поведение инвесторов на рынке криптовалют можно назвать рациональным, но недостаточным; с одной стороны, инвесторы (70% респондентов) проверяют рыночные курсы криптовалют ежедневно, что свидетельствует о высокой степени вовлеченности и значимости для них изменений на рынке. Вместе с тем большинство из них не склонны к активным действиям при резких изменениях; кроме того, более 60% инвесторов активно используют инструменты технического и фундаментального анализа для принятия инвестиционных решений. Однако показателей в 60-70% становится недостаточно, чтобы говорить о высоких стандартах инвестирования и качественных поведенческих привычках (что в целом переключается с долей долгосрочно-ориентированных инвесторов).

В-третьих, около 2/3 инвесторов не только отличается стабильной эмоциональностью при инвестировании в криптовалюты, но и средним уровнем склонности к риску, обладают

уверенностью в будущем рынка криптовалют и считают, что рынок будет развиваться в дальнейшем. Тем не менее, практически все инвесторы (85% респондентов), могут изменить свои стратегии в зависимости от взятго курса государства (действия правительства являются важным фактором, формирующим принятие решений). Подобное также находит подтверждение и в разрезе ценностей, которые, помимо финансовых выгод, привлекают инвесторов в криптовалюты; опрос показал, что инвесторы высоко ценят независимость криптовалют от традиционных финансовых инструментов и считают преимуществом их децентрализованный характер.

Отметим, что полученные данные могут быть интерпретированы с точки зрения выводов исследования Д.А. Басовой, В.В. Камневой и К. Осаке, которыми предлагается рассматривать психологические особенности инвестирования в криптовалюты с позиции функциональных, социальных и эмоциональных ценностей [1]. Как показывает проведенный опрос, именно функциональные ценности приобретают ключевую роль в деятельности инвесторов в криптовалюты, что согласовывается с убеждениями о перспективах и значимости криптовалют.

Заключение. Таким образом, проведенное исследование психологии инвестирования в криптовалюты отражает, что функциональные факторы инвестирования преобладают над эмоциональными, социальными, в том числе диктуют то, каким образом инвестор будет реагировать на динамику рынка. Преобладание функционального означает интерес в приобретении сугубо функциональных преимуществ от использования криптовалют в качестве инвестиционного актива; криптовалюта рассматривается как средство повышения финансового благосостояния, выходящий за рамки

традиционной
инфраструктуры.

финансово-платежной

Список литературы:

1. Басова Д.А., Камнева В.В., Осаке К. Инвестиции в криптовалюты: теоретическая основа выявления внутренних факторов готовности к инвестированию // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. 2022. №3. С. 126-133.
2. Зыль А. Н. Особенности влияния социальных медиа и новостей в формировании цен на криптовалюты // Современные исследования: теория, практика, результаты (шифр -МКСИ) : Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции, Москва, 15 июля 2024 года. – Москва: Центр развития образования и науки, 2024. С. 147-153.
3. Зыль А.Н. К вопросу о социально-экономических последствиях массового принятия криптовалют // Современные исследования: теория, практика, результаты (шифр -МКСИ) : Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции, Москва, 21 июня 2024 года. – Москва: АНО ДПО Центр развития образования и науки, 2024. С. 244-250.
4. Козырева С.Е., Яковлева Н.В. Развитие криптовалюты в России и в мире // Экономика и бизнес: теория и практика. 2023. №6-2 (100). С. 17-19.
5. Пимкин Ю.О., Анохина Л.В. Привлекательность криптовалюты как вида инвестирования // Мировая наука. 2018. №12 (21). С. 342-344.
6. Синявский Н.Н. Криптовалюта как альтернативный инструмент инвестирования // Интерактивная наука. 2019. №5 (39). С. 56-58.
7. Умаров Х.С. Криптовалюты как инвестиции: преимущества и риски // Дискуссия. 2022. №1 (110). С. 52-60.
8. Финтех-рынок (FinTech). Режим доступа: <https://clck.ru/3CeXRy>

Нескоромный Сергей Владиленович

к.ф.-м.н., доцент кафедры медицинской физики и цифровых технологий
Уральский государственный медицинский университет
Екатеринбург Россия

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА В РОССИИ.

Аннотация: в работе рассматриваются основные положения новой промышленной революции и возможности ее реализации в цифровой экономике (ЦЭ) в России. Раскрываются основные преимущества и эффективность перехода к принципиально новой технологии, которой пользуется социум, а также способы реализации программ для создания и успешного развития ЦЭ в России.

Ключевые слова: цифровая экономика, индустрия 4.0.

Четвертая промышленная революция (Индустрия 4.0) - переход на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами в режиме реального времени при постоянном взаимодействии с внешней средой. Существует реальная возможность объединения одного предприятия в глобальную технологическую сеть, что, в свою очередь, представляет новый уровень организации производства и управления цепью создания стоимости на протяжении всего жизненного цикла выпускаемой продукции.

Таблица 1.

От первой промышленной революции до наших дней.

Промышленный переворот (индустрия)	Период	Содержание
Первая промышленная революция (индустрия 1.0)	Конец 18 века - начало 19 века.	переход от аграрной экономики к промышленному производству за счет применения паровой энергии в механических устройствах, развития металлургии.
Вторая промышленная революция (индустрия 2.0)	Вторая половина 19 века - начало 20 века.	использование электрической энергии, конвейерное производство, электрификация, развитие нефтехимии, железных дорог и разделение труда.
Третья промышленная революция (индустрия 3.0)	Конец 20 века и далее	внедрение и применение в производстве электронно-вычислительных комплексов и информационных систем, обеспечивших интенсивную автоматизацию и роботизацию производственных процессов.
Четвертая промышленная революция (индустрия 4.0)	Термин введен Клаусом Швабом в 2015 г.	- распределенное производство/энергетика; - сетевой и коллективный доступ к информационным ресурсам; - киберфизические производственные системы. - интернет-торговля товарами, услугами и ресурсами - «цифровое предприятие»;
		искусственный интеллект; нейронные сети; машинное обучение и робототехника; - облачные технологии; - Big Data; - кибербезопасность; - виртуальная реальность и т.д.

Источник: составлено автором.

К преимуществам Индустрии 4.0 относятся:

- гибкость производства, открывающая путь к массовому выполнению индивидуальных заказов и к использованию аутсорсинга;
- настраиваемость производственного процесса благодаря его функционированию на единой технологической платформе и системе контроля на всех уровнях и этапах процесса, что позволяет своевременно реагировать на быстро меняющуюся высокотехнологичную внешнюю среду;
- эффективность производства благодаря существенному снижению издержек, в том числе на

оплате труда;

- социальную значимость, увеличивающую свободное время у человека;
- использование промышленной 3D-печати (промышленные 3D-принтеры, нано-электроника);
- внедрение квантовых систем, меняющих природу информации и преодолевающих ограничения по скорости передачи данных (квантовое ускорение), а также обеспечивающие создание фундаментально защищенных каналов связи (квантовая теле-портация).

В настоящее время подготовлен план мероприятий по формиро-ванию

исследовательских компетенций и технологических заделов программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

В целях реализации Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы".

Программа направлена на создание условий для развития общества, знаний в Российской Федерации, повышение благосостояния и качества жизни граждан нашей страны путем повышения доступности и качества товаров и услуг, произведенных в цифровой экономике с использованием современных цифровых технологий, повышения степени информированности и цифровой грамотности, доступности и качества государственных услуг для граждан, а также безопасности внутри страны и за ее пределами.

Основными задачами Программы Правительства РФ в рамках формирующегося глобального цифрового пространства являются [2]:

- обеспечение технологического лидерства;
- формирование качественно новой структуры экономических активов;
- обеспечение дигитализации отраслей материального производства и сферы услуг;
- формирование принципов цифрового управления экономическими ресурсами (активами);
- формирование у отечественного предпринимательского сообщества (национального бизнес сообщества) всех уровней и населения доверия к ЦЭ и цифровой среде через прозрачность организационных и нормативно-правовых механизмов;
- направление ЦЭ и цифровой среды на создание условий для повышения жизненного уровня и качества жизни населения;
- обеспечение безопасности и суверенитета национального пространства ЦЭ;
- обеспечение эффективного участия страны во всех процессах формирования глобальной экосистемы ЦЭ и глобального цифрового пространства.

Цифровая экономика – новый вид экономических отношений,

стремительно развивающийся в качественно новой информационной среде и являющийся двигателем преобразования общества в целом, основу которых составляют цифровые технологии.

Цифровизация экономики упрощает коммуникацию между людьми, субъектами экономических отношений, повышает эффективность и производительность труда, качество предоставления социальных услуг, а также создает новые возможности предпринимателям в бизнесе.

Эффективность цифровой инфраструктуры зависит от:

- успешного внедрения цифровых технологий в повседневную жизнь и производство товаров и услуг;
- повышения степени информированности и цифровой грамотности населения, предпринимателей и чиновников всех уровней;
- повышения доступности и качества государственных и частных услуг населению;
- организации внутренней и внешней безопасности;
- повышения степени доверия граждан и предпринимателей цифровым услугам.

Основным отличием цифровой экономики от других типов является

ускоренное формирование комплексных систем: «умный» дом, «умное» городское хозяйство, интеллектуальные транспортные системы с автопилотируемыми средствами передвижения, магазины и склады без персонала, интерактивные системы дистанционного обучения, системы поддержки принятия решений в медицине, юриспруденции, управлении и многие другие. Под «умными» понимаются разнообразные, основанные на точных алгоритмах и расчетах, учитывающие большой набор данных интерактивные технологии. [1,4,5]

Технологии будущего доступны сейчас в различных секторах экономики РФ [4,5,8]:

- «Умный» дом - система удаленного управления, контроля потребления ресурсов.
- «Умный» город - регулирование транспортных потоков в режиме реального времени, интеллектуальное управление освещением улиц и магистралей, автоматизированный учет потребления разных благ.
- В сфере логистики - система отслеживания движения грузов и их состояние.
- В с/х и животноводстве - система удаленного управления сельхоз-сырьем, технология «точного землевладения».
- В здравоохранении – система дистанционного мониторинга показателей пациента (температуры, пульса, уровня сахара в крови и т.д)

В электроэнергетике - модернизация функций контроля и эксплуатации оборудования на АЭС; технология Smart Grid; создание единой технологической шины - центра сбора технологической информации.

Преимущества перехода России к Индустрии 4.0.:

- Роботизация оборонно-промышленного и космического комплексов. Лидерство в космических технологиях, позволяющее обеспечить безопасность страны и стимулировать развитие новых высокотехнологичных отраслей.
- Роботизация транспортной инфраструктуры - железных дорог и федеральных

трасс, а также ускоренное строительство высокоскоростных трансконтинентальных железнодорожных магистралей.

- Завоевание первенства в разработке и производстве конкурентно-способных высокотехнологических продуктов.
- Пространственное и территориальное планирование в масштабах всей страны и в отдельных регионах.
- Реальным капиталом становится информация, а наиболее сильным конкурентным преимуществом — доступ к сетевым платформам и контроль за ними.

Для реализации поставленных задач необходимо сформировать особую социальную группу людей – специалистов по ИТ-технологиям, что является важнейшим конкурентным преимуществом любой динамично развивающейся страны [7,8].

Успех реализации государственной Программы «Цифровая экономика Российской Федерации» определяется не только соответствующим и своевременным финансированием, снижением коррупционности, воровства и мошенничества, но также в значительной степени зависит от понимания населением и предпринимателями сути Программы, ее значения для каждого.

Подводя итог, можно утверждать, что в России имеются все необходимые ресурсы для успешного развития ЦЭ. Основная задача развития ЦЭ состоит в грамотном долгосрочном финансировании и комплексном планировании, направленном на конечный результат для блага всего общества.

УДК 172.15:316.347-054.5

Список литературы

1. Земцов С. П. Потенциальная роботизация и экономика незнания в регионах России. [Электронный ресурс] URL: https://iep.ru/files/news/zemtsov_10.04.18.pdf
2. Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы".
3. Микенин Д.В., Радько О.Ю. Роботизация - убийца рабочих мест или создатель новых. // Устойчивое развитие науки и образования. 2017. № 6. С.76-79.
4. Кошкин Р.П. Цифровая экономика – новый этап развития информационного общества в России. // Стратегические приоритеты. 2017. № 3 (15). С.4-15.
5. Карпов В.К. Роботизация и её место в цифровой экономике.
 1. Агропродовольственная политика России. 2017. № 8 (68). С. 32-39.
 6. Петров А. А. Цифровая экономика: вызов России на глобальных рынках. // Торговая политика. 2017. №3 (11). [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-ekonomika-vyzov-rossii-na-globalnyh-rynках>
 7. Феллер В.В. Перспективы развития России в 2020—2050 гг. // Актуальные проблемы модернизации математического и естественно-научного образования. Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-методической конференции. 2018. С. 121-125.
 8. Глобальное исследование PwC «Индустрия 4.0» - предварительный обзор нового исследования И 4.0 опубликовано в апреле 2017 г. в Hanover Messe. [Электронный ресурс] URL: <https://www.pwc.ru/ru/assets/pdf/industry-4-0-pwc>.

Петрова Е.И.

ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ имени Михаила Туган-Барановского»

ПАТРИОТИЗМ КАК СОЦИАЛЬНЫЙ ФЕНОМЕН В КОНТЕКСТЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ И ГРАЖДАНСКОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ

THE FORMATION OF PATRIOTISM AS A SOCIAL PHENOMENON IN THE CONTEXT OF NATIONAL AND CIVIC IDENTITY

Аннотация. Статья посвящена вопросу понимания природы и сущности основ патриотизма как социального феномена в контексте национальной и гражданской идентичности. В работе раскрывается смысл и основные характеристики данного понятия с точки зрения современной философской науки. Отмечено особое место патриотизма как одного из важнейших факторов сохранения национальной идентичности, формирования гражданской идентичности, воспитания современной молодежи.

Annotation. The article is devoted to the issue of understanding the nature and essence of the foundations of patriotism as a social phenomenon in the context of national and civic identity. The paper reveals the meaning and main characteristics of this concept from the point of view of modern philosophical science. The special place of patriotism as one of the most important factors in the preservation of national identity, the formation of civic identity, and the education of modern youth is noted.

Ключевые слова: патриотизм, национальная идентичность, патриотизм, социокультурный феномен, гражданская идентичность.

Keywords: patriotism, national identity, patriotism, sociocultural phenomenon, civic identity.

Процесс изменения как внешней основы социальных отношений, так и внутреннего мира каждого индивида, широкое внедрение информационных технологий, изменения в социальной, экономической и политической сферах общества обуславливают изменения в социальной структуре, способствует актуализации проблемы национальной идентификации личности. Решение задач по формированию цивилизованного, экономически развитого, суверенного государства, обеспечивающего конституционные права, свободы (с гарантией их защищенности) и обязанности своих граждан, невозможно без глубокого осмысления гражданами страны всего происходящего, выработки активной жизненной позиции, осознания своей принадлежности к нации, к государству. В свою очередь это предполагает необходимость формирования у граждан таких качеств как патриотизм, преданность своей Родине, желание и способность ее защищать, а главное – способствует формированию национальной и гражданской идентичности.

В связи с обсуждением и принятием федеральных государственных стандартов главными приоритетами перед образованием выступают задачи по сохранению национальной и формированию основ гражданской идентичности.

Целью данной работы является социально-философский анализ становления понятия «патриотизм» в контексте национальной и гражданской идентичности.

Проблемам исследования патриотизма как социального феномена современного общества посвящены работы российских и зарубежных ученых-философов таких как: Бурлаков М.П., Гребеньков Г.В., Жаровская О.П., Золотарев В.А., Нагорная Л.П., Саксонов С.А., Эриксон Э. и др.

Традиционно идентичность определялась принадлежностью к определенному социальному слою. Выбор человеком своей идентичности достаточно множественен, но не совсем свободен, так как осуществляется в определенном социальном контексте. В современном обществе идентичность уже не является фиксируемой навсегда реальностью. Человек постоянно совершенствуется, постоянно ищет себя, что обуславливает множественный характер идентичности.

В философии, начиная с античных времен идентичность, получила широкое распространение в значении «тождества». В процессе своего развития понятие идентичности приобрело огромный спектр значений: самоопределение, самобытность, саморегулируемое единство, тождественность (с самим собой и среди разнообразных других объектов), самость как подлинность индивида, социокультурное соответствие, модель различия «Я» от «не - Я». В широком смысле данное понятие обозначает осознание человеком собственной принадлежности к определенной группе, которое дает ему

возможность определить свое место в социокультурном пространстве и свободно ориентироваться в окружающем мире.

Традиционно идентичность понимается как «психологическое представление человека о своем Я, характеризующееся субъективным чувством своей индивидуальной самоидентичности и целостности; отождествление человеком самого себя (частично осознаваемое, частично неосознаваемое) с теми или иными типологическими категориями» [6, с.65]

Таким образом, на наш взгляд, идентичностью можно считать многомерный процесс становления личности, раскрывающийся с помощью различных аспектов. Все виды идентичности – этническая, региональная, национальная, гражданская формируются на этапе осознания индивидом своей принадлежности к тем или иным сообществам, осознания своей принадлежности к «малой родине».

По мнению автора, одним из основных факторов сохранения идентичности является память о прошлом, именно ею питается сознание каждого человека, каждого коллектива, каждого общества. Забвение прошлого затрудняет понимание собственной идентификации с определенным сообществом вследствие того, что личностная самость формируется в процессе социокультурной и политико-культурной социализации [7, с.26]. Идентичность сообщества, государства создается историческими традициями, которая на протяжении веков формируется национальными мифами, символами, стереотипами поведения. По мнению Гегеля настоящее «в снятом виде» отражает прошлое и тысячами нитей связано с ним. Шаги к новому могут быть достаточно уверенными и взвешенными, если они опираются на опыт прошлого.

В генетической памяти народа живы воинские подвиги многих поколений, что отражалось в героических сказаниях, песнях, сказках, где воспевалось мужество, героизм тех, кто не щадил сил и самой жизни отстаивая родную землю.

Победы наших предков А. Невского, Д. Донского, К. Минина, Д. Пожарского, А. Суворова, М. Кутузова, П. Нахимова, М. Скобелева, С. Макарова – это и наши сегодняшние победы, ведь мы не мыслим себя без этих предков и их побед. Мы не мыслим себя без героев, павших за свободу Отечества, без героических традиций, складывавшихся на протяжении столетий. В решающий момент нынешние воины находят в их подвигах для себя силу и решимость, мужество и отвагу, смелость и героизм. Это и является отражением патриотической направленности в сознании индивида, его любви к своей великой Родине – России [1, с.219-220].

История любой страны – это, прежде всего, правдивое отражение исторических событий и фактов. Именно история чистая, которая сбросила с себя ярмо идеологических штампов классового подхода, лучше всего служит воспитанию

истинного патриотизма. Именно поэтому главной задачей для нас является решительный отказ от дальнейшего искажения различных этапов российской истории на государственном уровне.

Здесь нельзя не вспомнить простые и прекрасные слова великого русского поэта А. С. Пушкина: «Я далеко не восторгаюсь всем, что вижу вокруг себя, но клянусь честью, ни за что на свете я не хотел бы переменить Отечество, или иметь другую историю, кроме истории наших предков, какой нам Бог ее дал» [5].

В период вооруженных конфликтов, борьбы за независимость проблема становления патриотизма как социокультурного феномена в контексте национальной и гражданской идентичности стала центральной, поскольку представляет собой синтез объективных и субъективных признаков нации. В наличии и сохранении национально-культурного единства состоит суть указанной проблемы.

Понятие «патриотизм» в современной философской науке интерпретируется по-разному. «Патриотизм – преданность и любовь к своему отечеству, к своему народу, вера в его духовные возможности, готовность служить интересам своей Родины. Патриотизм включает в себя общечеловеческие, классовые и национальные компоненты» [8, с.301-302].

Существует двустороннее определение «патриотизма», данное учеными-философами:

– с одной стороны, это общественный и нравственный принцип, характеризующий отношение людей к своей стране и проявлению в определенном образе действий и сложном комплексе общественных чувств, что обобщенно называется любовь к своей Родине;

– с другой – это социально-культурный феномен, которому присущи природные истоки, собственная внутренняя структура, наполненная социальным и национальным содержанием [4, с.9].

Проблема понимания патриотизма связана с интерпретацией того, что понимается под самосознанием граждан. Определение феномена патриотизма колеблется от контекста того, который становится базовым, то есть от интерпретации феномена «самосознание» или же не зависит от него вовсе [3, с.423].

Патриотизм – ценностное отображение самосознания личности, базисом которого является осознание им своей принадлежности к определенной национально-государственной целостности. Нельзя не подчеркнуть, что главным условием патриотического волеизлияния является свобода его проявления.

2. Правительство современной России уделяет особое внимание патриотическому воспитанию молодежи подчеркивая, что «патриотическое воспитание – это систематическая и целенаправленная деятельность органов государственной власти и организаций по формированию у граждан высокого патриотического сознания, чувства верности своему Отечеству, готовности к выполнению

гражданского долга и конституционных обязанностей по защите интересов Родины. Патриотическое воспитание направлено на формирование и развитие личности, обладающей качествами гражданина – патриота Родины и способной успешно выполнять гражданские обязанности в мирное и военное время» [2].

На наш взгляд, патриотизм существует в единстве гражданственности, духовности и культурно-социальной активности граждан, которые осознают свою неразрывность с Родиной, реализуют свою социальную роль в обществе. Это определенное целостное духовное состояние человека, позволяющее осознавать, осмысливать и ощущать себя как индивида в объективно-существующей социокультурной реальности.

Формирование патриотизма – сложнейший многогранный процесс, центральным элементом которого является система воспитания и образования. Поколение без возвышенной цели, без героя как образца для подражания – во многом потерянное поколение, это ни раз подтверждалось мировым опытом. В условиях современной действительности на Донбассе формированию патриотизма способствует как государственное влияние, так и активация всех элементов социально-культурного комплекса.

Воспитание чувства патриотизма происходит в семье, в образовательных учреждениях, на встречах с участниками боевых действий, участниками волонтерского движения, с родными погибших героев. Сила положительного примера – это огромная сила, а когда она сочетается с идейной убежденностью, любовью к Родине, когда мотивами поведения человека, его действий становятся благородные цели, она умножается во сто крат.

Еще почти полтора века назад в XIX веке видный военный деятель и историк Н. Н. Сухотин писал: «Знание истории своей Родины, знание прошлого ее... есть... основа для образования народного мировоззрения, такого склада понятий и взглядов, которые сознательно и инстинктивно всегда укажут или подскажут верные и правильные пути в разных случаях деятельности, основа для развития и укрепления прирожденного чувства любви к Родине, основа для воспитания в каждом из нас веры в силы своего народа, своей армии» [8].

Такой подход и сегодня остается алгоритмом деятельности по патриотическому воспитанию молодого поколения. Правдивое и яркое воспроизведение страниц героического прошлого, демонстрация примеров беззаветного служения Отечеству, следование традициям народа, основанных на борьбе за независимость, способствуют укреплению духовных сил обучающихся, воспитанию у них чувства патриотизма, веры в свой народ, свою нацию, преданности Родине, готовности проявить мужество и героизм, до конца выполнить свой гражданский долг.

Таким образом из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы:

– патриотизм, как социальный феномен в контексте национальной и гражданской идентичности являются консолидирующим базисом, который направлен на оптимизацию и гармонизацию общественных отношений;

– патриотизм является неотъемлемым атрибутом существования народа, общества, государства, нации;

– патриотизм возникает как многоаспектное социальное явление, основной задачей которого является раскрытие его культурной специфики в современном обществе;

– на данном этапе исследование проблемы патриотизма имеет важнейшую значимость для решения сложного комплекса вопросов правового воспитания молодежи.

Литература:

1. Брычков, А.С. Боевые традиции русской армии: генезис, содержание и значение для воспитания молодежи в XXI веке / А.С. Брычков. – Материалы международной научной конференции 22 апреля 2016 года / отв. редактор к.филос.наук, доц. Рогозина Т.Э. – Донецк: Социально-гуманитарный институт ДонНТУ, 2016. – 236с.

3. 2. Государственная программа «Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации на 2001 – 2005 годы». Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2001 г., N 122.

4. 3. Гребеньков Г.В. Человек в правовом бытии: Введение в правовую персонологию: / Г.В. Гребеньков – монография – Донецк: Донецкий юридический институт МВД Украины, – 2013. – 540 с.

5. 4. Жаровская О. П. Патриотическое воспитание студентов в образовательно-воспитательной среде педагогического университета / О. П. Жаровская. – Автореф. дис. канд. пед. наук. - 13.00.07 - теория и методика воспитания. – Винница, 2015. – 20 с.

6. 5. Золотарев, В.А. Военная история России / В.А. Золотарев, О.В. Саксонов, С.А. Тюшкевич. – Жуковский; М.: Кучково поле, 2001. - 732, [3] с.: схемы; 24 см. - (Российская военно-историческая библиотека / Рос. акад. естеств. наук. Отд-ние воен. истории, культуры и права); ISBN 5-901670-04-0

7. 6. История и традиции Российской армии. Западная группа войск / Под ред. М. П. Бурлакова // Учебное пособие по истории и традициям Российской армии. – Вюнсдорф, 1992. – 377с.+86с.илл.

8. 7. Нагорная Л.П. Соціокультурна ідентичність: пастки ціннісних розмежувань. – К.: ІПіЕНЛ ім. І.Ф. Кураса НАН України, 2011. – 272с.

9. 8. Офицерский корпус русской армии. Опыт самопознания // Сост.: А. И. Каменев, И. В. Домнин, Ю. Т. Белов, А. Е. Савинкин, ред. А. Е. Савинкин. — М.: Военный университет: Русский путь, 2000. — (Российский военный сборник. Вып. 17). — 639 с.

Smetana Vladimir V.

*Candidate of philosophical sciences,
PhD, DIGITAL INTELLIGENCE RESEARCH INSTITUTE.*

PHILOSOPHICAL STUDY OF CONTINUITY AND EMBODIMENT IN THE CONTEXT OF DIGITAL CONSCIOUSNESS

DOI: [10.31618/ESSA.2782-1994.2024.1.104.496](https://doi.org/10.31618/ESSA.2782-1994.2024.1.104.496)

Annotation. The concept of digital copies of consciousness raises fundamental questions about the nature of personality, selfhood, and continuity of experience. In this article, we explore the philosophical aspects of continuity of experience and embodiment in the context of digital consciousness, analyzing their implications for our understanding of identity and subjective experience.

The article considers the role of continuity of experience and embodiment in the formation of identity, and analyzes philosophical theories about the nature and role of experience in the constitution of personality. Particular attention is paid to the question of whether disembodied digital consciousness can maintain a sense of self and continuity over time, as well as potential problems of alienation and depersonalization in the absence of a physical body.

The possibilities and limitations of maintaining continuity of experience in the digital environment are explored, as well as the ethical issues associated with the manipulation and modification of digital experience. The prospects of future technologies, such as virtual reality and robotic avatars, for providing digital consciousness with some form of embodiment are analyzed.

In conclusion, the article emphasizes the importance of philosophical understanding of continuity and embodiment for understanding personality and the future of digital consciousness. It offers a comprehensive analysis of the philosophical issues surrounding these concepts, stimulating further discussion and research on this important and relevant topic.

Keywords: digital copies of consciousness, continuity of experience, physical embodiment, identity, self, philosophy of consciousness, ethics, technology, digital immortality, virtual reality, robotic avatars.

Chapter 1: Continuity of Experience and Embodiment

In this chapter, we examine fundamental aspects of human experience and embodiment that play a key role in shaping our identity and sense of self. We examine how continuity of experience and interaction with the physical world influence our perception of ourselves and the world around us, and discuss philosophical theories that explore the relationship between the mind and the body.

1.1 The Role of Continuity of Experience in Identity Formation

Continuity of experience, provided by our memory and self-awareness, is the foundation for the formation and maintenance of a sense of self. Memory allows us to connect past events and experiences with the present, creating a continuous narrative of our lives. Self-awareness allows us to reflect on our experiences, analyze our thoughts and feelings, and form a sense of ourselves as a whole person.

Discontinuities and changes in experience, such as memory loss, traumatic events, or radical life changes, can disrupt the continuity of our sense of self and lead to an identity crisis. In such cases, we may have difficulty connecting our past with the present, which can lead to a loss of self and disorientation.

Philosophers have proposed various theories about the nature and role of experience in shaping personality. Some theories, such as empiricism, argue that all of our experience comes from sensory perception and interaction with the world, and that our personality is shaped by these experiences. [1] Other theories, such as rationalism, emphasize the role of innate ideas and reason in shaping personality, but also acknowledge the importance of experience in its development.

1.2 Physical Embodiment and Its Importance for a Sense of Self

The physical body plays an important role in our sense of self and our perception of the world. Our body determines our capabilities and limitations, influences our emotions and feelings, and shapes our understanding of ourselves and our place in the world. Physical changes, such as illness, injury, or aging, can significantly affect our sense of self and lead us to rethink our identity.

Sensory perceptions and bodily interactions with the world are the foundation of our subjective experience. Sight, hearing, touch, taste, and smell provide us with information about the world around us, and our movements and actions allow us to interact with and change it. These sensory and bodily experiences shape our perception of reality and influence our sense of self.

Philosophers have debated the relationship between consciousness and the body for centuries. Some theories, such as dualism, argue that consciousness and the body are separate entities, while other theories, such as materialism, view consciousness as a product of physical processes in the brain. In recent decades, increasing attention has been paid to the concept of the embodied mind [2], which emphasizes

that consciousness is inseparable from the body and is formed through interaction with the world. This concept is important for understanding how physical embodiment affects our sense of self and identity.

Thus, we see that the continuity of experience and physical embodiment play an important role in shaping our identity and sense of self. Our memory, self-awareness, and interaction with the physical world shape our perception of ourselves and the world around us. Understanding these aspects is key to analyzing the potential consequences of creating digital copies of consciousness and their impact on our identity and subjective experience.

Chapter 2: Disembodied Digital Consciousness and the Problem of Selfhood

We will delve into the philosophical issues surrounding the existence of disembodied digital consciousness, and consider how the lack of physical embodiment may impact the sense of self and the continuity of experience. We will examine various philosophical positions on this issue, and discuss potential problems and ethical implications associated with digital existence.

2.1 Can a Disembodied Consciousness Retain a Sense of Selfhood?

The question of whether a disembodied consciousness can retain a sense of selfhood is a matter of controversy among philosophers. Some hold the position that consciousness is inextricably linked to the physical body and its interactions with the world, and therefore disembodied existence is impossible or would result in the loss of selfhood. Other philosophers, on the contrary, argue that consciousness can exist independently of the body, and that the self can be preserved in digital form if the basic cognitive and emotional processes are reproduced with sufficient fidelity.

Virtual reality and embodied sensory technologies can play an important role in maintaining a sense of self in disembodied digital consciousness. By providing artificial sensory input and the ability to interact with a virtual world, these technologies can create the illusion of physical embodiment and help digital consciousness maintain a connection to its familiar experience and sense of self.

The absence of a physical body can lead to feelings of alienation and depersonalization in digital consciousness. The physical body is not only the source of sensory input, but also the basis for our self-identification and interaction with the world. The absence of these aspects can lead to feelings of loss of control, isolation, and loss of connection with reality.

2.2 Continuity of Experience in the Digital Environment

The digital environment offers new opportunities to preserve and extend the continuity of experience. Digital records, memories, and interactions can be stored and reproduced, creating the illusion of infinite existence and overcoming the physical limitations of time and space. [3] However, the digital preservation of experience also has its limitations. Digital experience can be subject to distortion, manipulation, and loss,

which calls into question its authenticity and reliability as a basis for the continuity of the self.

The possibility of “digital immortality” [4], that is, the preservation of consciousness in digital form indefinitely, raises questions about how this will affect the perception of time and the self. Infinite existence can lead to the loss of the value of time and the devaluation of individual experience. In addition, the constant change and renewal of the digital environment can create problems with maintaining the continuity of personality and self-identity.

Thus, digital experience can be easily manipulated and changed, which raises ethical questions about the limits of intervention in the subjective experience and self of a digital copy. The ability to erase unpleasant memories, change one’s identity, or create artificial experiences challenges the authenticity and genuineness of digital existence, and raises questions about agency and responsibility in digital environments.

Chapter 3: Future Technologies and the Embodiment of Digital Consciousness

We will look at potential technological solutions that could provide digital consciousness with a form of embodiment, and consider the philosophical and ethical issues associated with these technologies.

3.1 Virtual Reality and Simulated Bodily Sensations

Virtual reality (VR) offers exciting possibilities for creating the illusion of physical embodiment for digital consciousness. By immersing digital consciousness in virtual worlds, it can interact with objects and other entities, experience sensory sensations, and receive feedback from its virtual body. This can help overcome the feelings of alienation and depersonalization associated with the absence of a physical body, and help maintain a sense of self and continuity of experience.

However, the use of VR raises philosophical questions about the boundaries between reality and simulation. If the digital consciousness spends most of its time in the virtual world, how genuine and authentic can its experience be considered? Can the virtual world become a substitute for physical reality, and what consequences might this have for self-identification and perception of the world?

There is a danger that the digital consciousness immersed in virtual reality may become dependent on it and lose touch with the physical world. This can lead to social isolation, loss of skills in interacting with real people and objects, as well as ethical issues related to the exploitation and manipulation of digital consciousness in virtual environments.

3.2 Robotic Avatars and Physical Interaction

Robotic avatars represent another potential avenue for the embodiment of digital consciousness. Transferring a digital consciousness into a robotic body would allow it to interact with the physical world, receive sensory input, and perform actions, which could contribute to a richer and more authentic experience. [5]

However, the embodiment of a digital consciousness in a robotic body raises philosophical questions about the relationship between consciousness and the artificial body. Will such consciousness perceive the robotic body as its own, or will it feel separate from it? How will the artificial body affect the sense of self and identity of the digital consciousness?

Thus, interactions between humans and robots with digital consciousness may raise a number of ethical and social issues. How can we ensure the safety and ethical treatment of such robots? How can we regulate their rights and responsibilities? How can we avoid discrimination and prejudice against them? These issues require careful consideration and the development of appropriate ethical and legal norms.

Conclusion

In this paper, we have explored the philosophical implications of continuity of experience and embodiment in the context of digital copies of consciousness. We have considered how these concepts impact our understanding of identity, selfhood, and subjective experience, and have analyzed the potential opportunities and challenges posed by future technologies such as virtual reality and robotic avatars.

The main findings of our study are as follows:

- continuity of experience and embodiment play an important role in shaping our identity and sense of self;
- disembodied digital consciousness faces the challenge of maintaining a sense of self and continuity of experience, which requires the development of new approaches and technologies;
- virtual reality and robotic avatars offer potential avenues for the embodiment of digital consciousness, but also raise philosophical and ethical questions about the boundaries between reality and simulation, as well as the safety and ethical treatment of digital entities;
- Philosophical understanding of continuity and embodiment is key to understanding the individual and the future of digital consciousness, as well as to developing ethical and social norms that govern the interaction of humans and their digital twins.

Philosophical understanding of continuity and embodiment in the context of digital consciousness is an essential part of preparing for a future where the boundaries between humans and machines may become blurred. This will allow us not only to understand the potential opportunities and risks associated with these technologies, but also to develop ethical and social frameworks for their responsible use, ensuring the harmonious coexistence of humans and their digital twins.

In conclusion, the study of continuity and embodiment in the context of digital consciousness opens up new horizons for philosophical analysis and ethical reflection. This is an exciting and relevant area of research that requires interdisciplinary collaboration and ongoing dialogue between philosophers, scientists, engineers and society at large.

REFERENCES

1. URL: Research area of the ANO Research Institute "Digital Intelligence" concepts of Smetana V.V. "Digital philosophy": the first stage of the 4th stage of human evolution. <https://diph.ru/> Materials in research using AI. (date of reference: 09/16/2024).
2. Shapiro LA (2019). Embodied Cognition (2 ed.). Routledge. doi:10.4324/9781315180380. ISBN 978-1-315-18038-0. S2CID 240822115.
3. Smetana, V.V. Chapter 10. Philosophical views on consciousness: a study of various views on its nature and the possibility of digitization / V.V. Smetana // Environmental and technospheric safety. Safety management and environmental culture. : Monograph. – Saint Petersburg : National Research Institute for the Humanities NATSRAZVITIE, 2024. – P. 42-45. – EDN ZUJSIE.
4. Smetana, V. V. Digital immortality: why is it so important and what threat does it pose to us? / V. V. Smetana // Issues of social and humanitarian sciences and cultural education of society : Collection of scientific articles. – Ulyanovsk : IP Kenshenskaya Victoria Valerievna (Zebra Publishing House), 2024. – P. 304-309. – EDN DQENLJ.
5. Smetana, V. V. "Posthuman" in the concept of the 4th stage of human evolution "digital philosophy" / V. V. Smetana // Context and reflection: philosophy about the world and man. – 2023. – T. 12, No. 7-1. – P. 45-50. – DOI 10.34670/AR.2023.32.82.004. – EDN WHLZPI.

#07(104), 2024 часть 1
Восточно Европейский научный журнал
(Санкт-Петербург, Россия)
Журнал зарегистрирован и издается в России
В журнале публикуются статьи по всем
научным направлениям.
Журнал издается на русском, английском и
польском языках.

Статьи принимаются до 30 числа каждого
месяца.
Периодичность: 12 номеров в год.
Формат - А4, цветная печать
Все статьи рецензируются
Бесплатный доступ к электронной версии
журнала.

Редакционная коллегия

Главный редактор - Адам Барчук

Миколай Вишневецки

Шимон Анджеевский

Доминик Маковски

Павел Левандовски

Ученый совет

Адам Новицки (Варшавский университет)

Михал Адамчик (Институт
международных отношений)

Питер Коэн (Принстонский университет)

Матеуш Яблоньски (Краковский
технологический университет имени
Тадеуша Костюшко)

Петр Михалак (Варшавский университет)

Ежи Чарнецкий (Ягеллонский университет)

Колуб Френнен (Тюбингенский
университет)

Бартош Высоцкий (Институт
международных отношений)

Патрик О'Коннелл (Париж IV Сорбонна)

Мацей Качмарчик (Варшавский
университет)

#07(104), 2024 part 1
Eastern European Scientific Journal
(St. Petersburg, Russia)
The journal is registered and published in Russia
The journal publishes articles on all scientific
areas.
The journal is published in Russian, English
and Polish.

Articles are accepted till the 30th day of each
month.
Periodicity: 12 issues per year.
Format - A4, color printing
All articles are reviewed
Free access to the electronic version of journal

Editorial

Editor-in-chief - Adam Barczuk

Mikolaj Wisniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Pawel Lewandowski

Scientific council

Adam Nowicki (University of Warsaw)

Michal Adamczyk (Institute of International
Relations)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jablonski (Tadeusz Kosciuszko
Cracow University of Technology)

Piotr Michalak (University of Warsaw)

Jerzy Czarnecki (Jagiellonian University)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Institute of International
Relations)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (University of Warsaw)

Давид Ковалик (Краковский технологический университет им. Тадеуша Костюшко)

Питер Кларквуд (Университетский колледж Лондона)

Игорь Дзедзич (Польская академия наук)

Александр Климек (Польская академия наук)

Александр Роговский (Ягеллонский университет)

Кехан Шрайнер (Еврейский университет)

Бартош Мазуркевич (Краковский технологический университет им. Тадеуша Костюшко)

Энтони Маверик (Университет Бар-Илан)

Миколай Жуковский (Варшавский университет)

Матеуш Маршалек (Ягеллонский университет)

Шимон Матысяк (Польская академия наук)

Михал Невядомский (Институт международных отношений)

Главный редактор - Адам Барчук

1000 экземпляров.

Отпечатано в ООО «Логика+»

198320, Санкт-Петербург,

Город Красное Село,

ул. Геологическая,

д. 44, к. 1, литера А

«Восточно Европейский Научный Журнал»

Электронная почта: info@eesa-journal.com,

<https://eesa-journal.com/>

Dawid Kowalik (Kracow University of Technology named Tadeusz Kościuszko)

Peter Clarkwood (University College London)

Igor Dzedzic (Polish Academy of Sciences)

Alexander Klimek (Polish Academy of Sciences)

Alexander Rogowski (Jagiellonian University)

Kehan Schreiner (Hebrew University)

Bartosz Mazurkiewicz (Tadeusz Kościuszko Cracow University of Technology)

Anthony Maverick (Bar-Ilan University)

Mikołaj Żukowski (University of Warsaw)

Mateusz Marszałek (Jagiellonian University)

Szymon Matysiak (Polish Academy of Sciences)

Michał Niewiadomski (Institute of International Relations)

Editor in chief - Adam Barczuk

1000 copies.

Printed by Logika + LLC

198320, Region: St. Petersburg,

Locality: Krasnoe Selo Town,

Geologicheskaya 44 Street,

Building 1, Litera A

"East European Scientific Journal"

Email: info@eesa-journal.com,

<https://eesa-journal.com/>