

# Обґрунтування рекомендацій щодо запровадження використання активного вугілля під час тривалого зберігання бронетанкового озброєння та техніки

Сергій Костюченко<sup>1 А</sup>; Віктор Гудима<sup>2 А</sup>;  
Анатолій Островський<sup>3 А</sup>; Ірина Новікова<sup>4 А</sup>

<sup>А</sup> Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, пр-кт Повітрофлотський 28, м. Київ, 03049, Україна

Received: January 30, 2020 | Revised: February 20, 2021 | Accepted: February 28, 2021

DOI: 10.33445/sds.2021.11.1.9

## Анотація

Навколишнє середовище є постійно діючим носієм агресивних корозійних реагентів. В цілому воно в себе включає атмосферне повітря, який складається з азоту, кисню, водню, вуглекислого та інертних парів, газів та тверді частини (пил). Майже всі компоненти впливають на протікання корозійних процесів.

Деталі сучасних машин виготовляють в більшій частині зі сплавів різних металів. Використання сплавів підвищує міцність виробів, покращує їх знос та інші властивості.

Основним видом руйнування металічних виробів є електрохімічна корозія. Для її протікання необхідні електроліт, який може утворитись на поверхні деталей у вигляді маленьких краплин атмосферної вологи, а також анодні та катодні ділянки. Анодні та катодні ділянки на поверхні деталей з'являються не тільки за рахунок зіткнення різних матеріалів, але й не однакового ступеню обробки поверхонь. Практично мікрогальванопари виникають всюди, де на металі є краплини вологи.

Найбільш ефективно захист машин від корозії забезпечується шляхом утворення на поверхні деталей механічного бар'єру, але об'єктах бронетанкової техніки існує ряд деталей які неможна покривати маслом, а цілий ряд систем (головним образом радіоелектронна апаратура та оптичні прилади) дуже чутливі до впливу атмосфери і не може бути захищеним маслами. Тому знайшли так званий спосіб обробки навколишнього середовища. Прикладом такого способу може служити герметизація танка та осушення повітря всередині з допомогою силікагелю ( $\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ).

Для осушення повітря в середині використовується силікагель марок МСК та КСМ (кусковий та гранульований), який являє собою висушений гель кремнієвої кислоти.

**Ключові слова:** утримання бронетанкового озброєння та техніки, консервація, силікагель, активне вугілля.

## Постановка проблеми

Силікагель – відносно дорогий продукт багаторазового використання. Сушити його потрібно при суворо визначеній температурі 210-250°C. При більш високій температурі пори його можуть зменшитись та втратити волого поглинаючи властивості. Швидко знижуються поглинання вологи при

попаданні на силікагель масла та дизельного пального, тому брудний силікагель заборонено використовувати [3]. Також силікагель пожежо- та вибухонебезпечний, за ступенем дії на організм людини відноситься до 3-го класу небезпеки.

Використання силікагелю має свої

<sup>1</sup> Corresponding author: старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії інституту, e-mail: koseni@ukr.net

<sup>2</sup> к.т.н., викладач кафедри технічного забезпечення, e-mail: viktor.gud77@gmail.com

<sup>3</sup> старший викладач кафедри технічного забезпечення, e-mail: toxsa.0939385336@gmail.com

<sup>4</sup> старший науковий співробітник науково-дослідного відділу інституту, e-mail: irina\_nov@ukr.net

недоліки. Справа в тому, що силікагель поглинає вологу при будь-якій відносній вологості повітря всередині корпусу бронетанкової техніки. А це, збільшуючи різницю парціальних тисків вологі (тиск, якій чинила б водяна пара, коли б не було інших

газів) в герметизованому корпусі техніки та навколишнього середовища, сприяє посиленню проникнення вологи всередину бронетанкового озброєння та техніки та скорочує строк служби силікагелю до регенерації [2].

## **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

На сьогоднішній день поступово розвивається розробка ефективного процесу рециклінгу силікагелю, але проблема негативного впливу на навколишнє середовище вирішена недостатньо. В

результаті міграції шкідливих речовин від відпрацьованого силікагелю, виникає забруднення навколишнього середовища [5]. Активні вугілля мають більш менший вплив на навколишнє середовище.

## **Постановка завдання**

**Метою статті** є аналіз використання адсорбентів під час довготривалого зберігання бронетанкової техніки. Проведення дослідження та надання

пропозицій щодо ефективності використання адсорбентів, таких як активне вугілля під час довготривалого зберігання танків.

## **Виклад основного матеріалу**

Якісна підготовка і утримання машин на зберіганні забезпечується проведенням комплексу організаційних і технічних заходів.

Утримання машин на зберіганні – це комплекс організаційних заходів, направлених на забезпечення зберігання, справності та постійної готовності до використання за призначенням. Утримання бронетанкового озброєння та техніки на зберіганні включає:

проведення установлених видів технічного обслуговування;

заміну герметизуючих матеріалів, брезенту, акумуляторних батарей, шоломофонів, паливно-мастильних матеріалів, шин тощо;

контроль за станом машин в процесі зберігання;

своєчасне планування, матеріально-технічне забезпечення і облік робіт, які проводяться під час підготовки техніки і озброєння до зберігання, їх обслуговування в процесі зберігання [2].

Консервація танків проводиться двома методами:

методом консервації без герметизації броньових корпусів, який застосовується (використовується) для постановки і утримання машин на короткочасному зберіганні;

методом консервації з герметизацією

броньових корпусів, який застосовується (використовується) для постановки і утримання танків на тривалому зберіганні, з використанням вологопоглиначів й динамічного осушення повітря в герметизованому об'єкті [4].

Осушення повітря дозволяє знизити корозійну агресивність атмосфери. При відносній вологості менше 60% корозійні процеси розвиваються дуже повільно. При таких значеннях відносної вологості виключається виникнення хімічної та капілярної конденсації вологи, а плівка адсорбційної конденсації не перевищує 20 молекулярних шарів, що веде до затухання корозії.

Силікагель завантажується в танк в кількості до 30 кг при короткочасному зберіганні та до 100-120 кг при тривалому зберіганні. Силікагель розфасовують в звичайні мішечки по 450 г, чи в секційні, що вміщують до 5 кг продукту. Вартість силікагелю для постановки танкового батальйону на тривале зберігання складає приблизно 8000 грн.

Підтримання всередині корпусу танка відносної вологості нижче 60% забезпечується лише в тому випадку, якщо обводнення силікагелю не перевищує 26%.

$$\text{Обводнення(\%)} = \frac{C-B}{A} \cdot 100 \quad (1)$$

де: С – вагамішечка при огляді;

В – початкова вага мішечка;

А – вага засипаного в мішечок силікагелю.

Обводнення визначається чи по збільшенню ваги силікагелю в контрольному мішечку, чи по показникам спеціального табельного прибору контролю вологості ПКВ-2 [3].

В хімічних лабораторіях відновлення силікагелю здійснюється в спеціальних шафах для сушіння з витяжками при нагріванні речовини до температури 150-180°C та послідувочої витримкою на протязі 3-4 годин [5].

Слід відмітити, що в результаті багаторазового повтору чергуючи циклів

десорбції виникає зниження активної адсорбуючої поверхні силікагелю, визване механічним зносом частин його, розтріскуванням, пилюванням та руйнування їх, отруєння сорбенту домішками, які не зникають при десорбції. На рис. 1 зображена залежність осушення силікагелю (остаточна вологість С,%) від змінної температури (t° C). Сушка здійснюється нагріванням 100 г силікагелю в сушильній шафі при температурі 150°C на протязі 4 годин. На протязі цього періоду проходить видалення вологи з поверхні силікагелю. Подальше нагрівання силікагелю при t=180°C на протязі 4 годин приводить до активної десорбції вологи з внутрішньої поверхні [5].

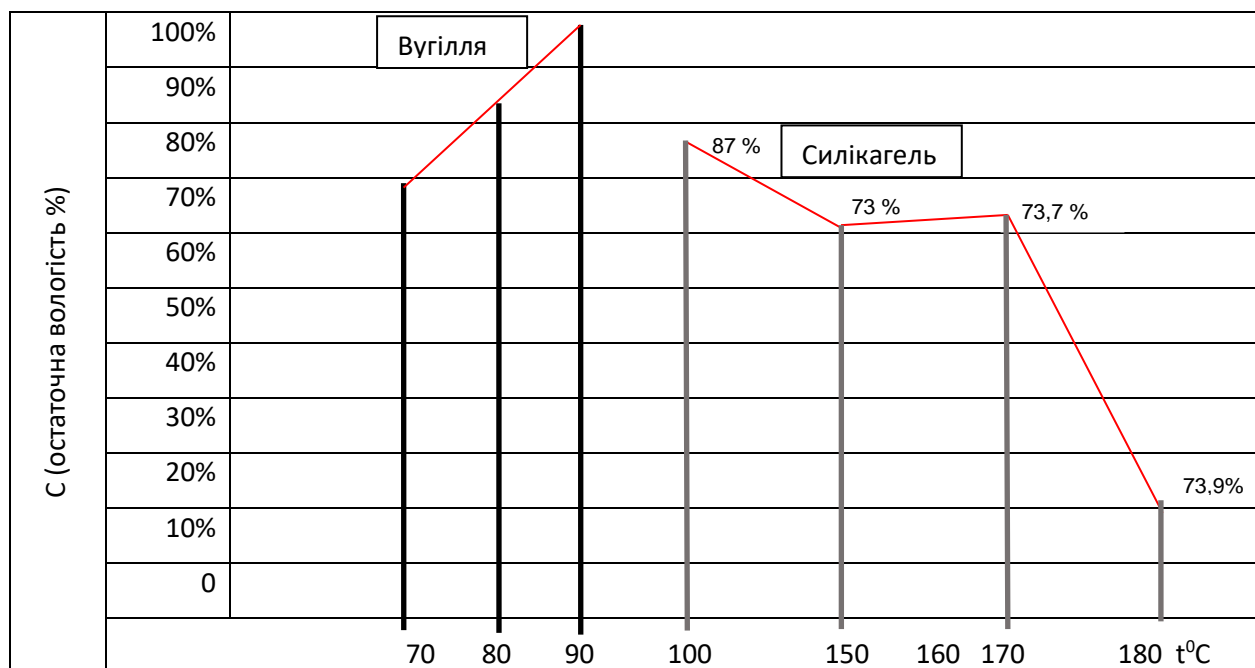


Рис. 1 Залежність осушення силікагелю та активного вугілля (остаточна вологість С%), від змінної температури

Як, видно, з отриманої залежності (рис 1), максимальне видалення вологи з силікагелю проходить на протязі 4 годин сушки при 180°C. За рахунок цього проходить збільшення його сорбційної активності на 26,1%. Подальше прокалювання силікагелю при більш високих температурах, може призвести до його окислення та втрати сорбційних властивостей.

В процесі експлуатації адсорбційних пристосувань адсорбційна ємність силікагелю знижується. Це зумовлене багаторазовим повтором черговості циклів адсорбції та

десорбції (рис. 2).

Активне вугілля – пористий матеріал з сильно розвиненою внутрішньою поверхнею, якій являє собою найбільш ефективним адсорбентом та відноситься до групи мікрористалічного різновиду вуглецю. Площа поверхні одного граму активного вугілля складає від 500 до 2200 м<sup>2</sup>, а силікагелю – 300-800 м<sup>2</sup>/г. Від величини питомої поверхні залежить поглинальна здатність адсорбентів[5].

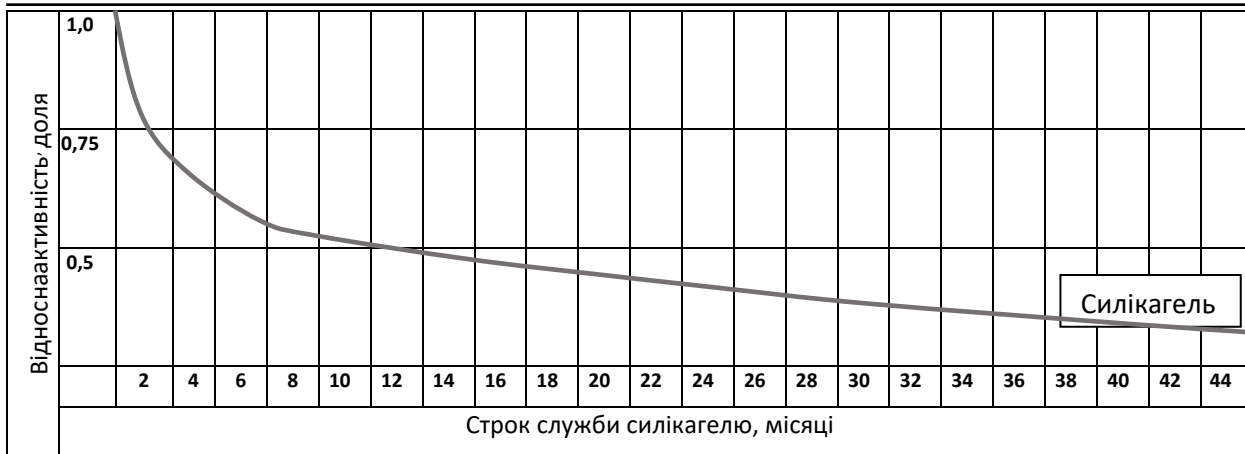


Рис.2 Узагальнена залежність статистичної активності силікагелів

Водопоглинення за масою  $B_M(\%)$  вираховують за формулою

$$B_M = \frac{m_H - m_C}{m_C} \cdot 100 \quad (2)$$

де:  $m_H$  – маса насиченого водою зразка;  
 $m_C$  – маса сухого зразка.

Водопоглинення за об'ємом  $B_O(\%)$  – ступінь заповнення об'єму матеріалу водою, що характеризує в основному його відчинену пористість, – вираховують за формулою

$$B_O = \frac{m_H - m_C}{P_B \cdot V_O} \cdot 100 \quad (3)$$

де:  $V_O$  – об'єм зразка,  $\text{cm}^3$ ;

$P_B$  – щільність води ( $1 \text{ г/см}^3$ ).

Знаючи водопоглинення за масою  $B_M$  та щільність об'єкту  $P_O$ , можна розрахувати водопоглинення по об'єму

$$B_O = \frac{B_M \cdot P_O}{P_B} \cdot 100 \quad (4)$$

Насичення вугілля вологою – процес занадто повільний, рівновага встановлюється на протязі декількох місяців. Для збільшення інтенсивності масообміну, гранульоване вугілля дроблять та після розсіву отримують вузькі фракції, які і використовують в усіх варіантах адсорбних процесів [6].

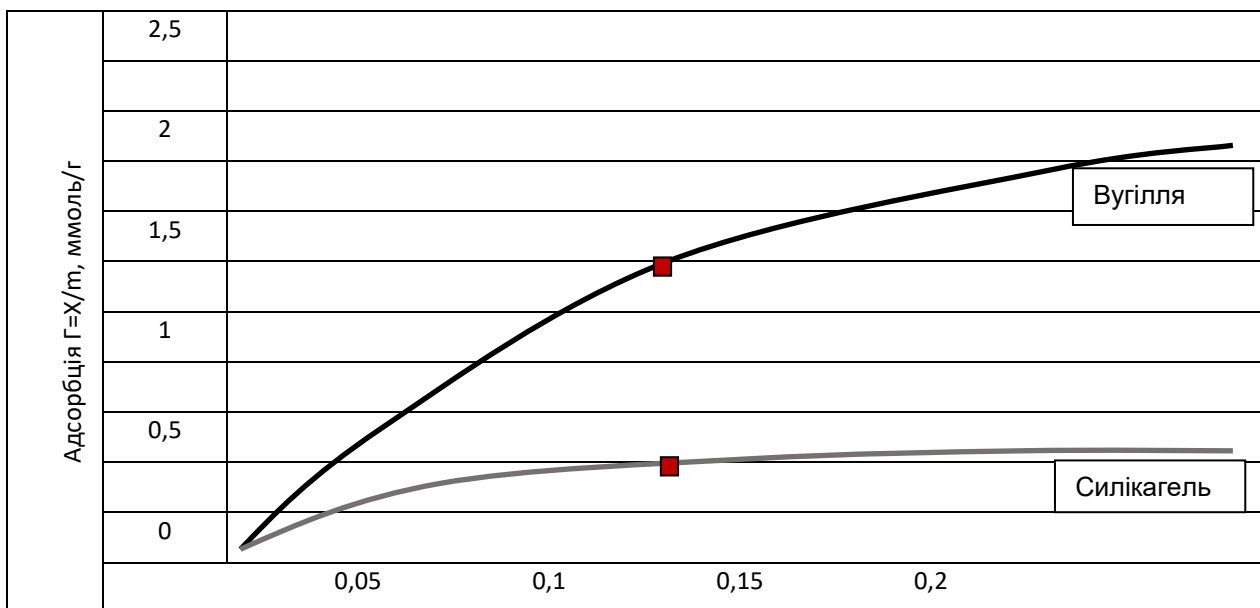


Рис.3 Зниження активності силікагелю

Як видно з кривих (рис.3) більш високою адсорбційну здатність має вугілля, так

наприклад, при рівноважній концентрації 0,1 моль/л адсорбція вугілля більше ніж

силікагелю в 2,5 рази.

Порівняльно менша адсорбційна активність силікагелю пов'язана з

гідрофобністю його поверхні на відміну від гідрофільного вугілля [1].

## Висновки

Використання інших адсорбентів, таких як активне вугілля, дозволяє в 2-3 рази зменшити кількість вологопоглинача якій використовують. Активні вугілля інтенсивно поглинають вологу тільки при відносній вологості повітря вище 40%. Герметизуючи матеріали при цьому визнають менший перепад парціальних тисків та проникнення вологи всередину корпусу танка значно знижується. Окрім того, відновлення

активного вугілля може здійснюватися з допомогою повітря нагрітого до 100°C, що спрощує обладнання для регенерації адсорбентів. А також він має більш менший вплив на навколишнє середовище тому, що вихідною сировиною є деревинне вугілля, торф'яний кокс, вугілля з шкарлупи кокосового горіху, матеріали типу кам'яного вугілля чи коксу з бурого вугілля.

## Список використаних джерел

1. Богданова Д. А., Нургалиев Т. Р., Родькин Н. Г. Сравнительный анализ адсорбционных свойств различных адсорбентов, *Молодой ученый*, 2016, №13, С.97-100.
2. Эксплуатация бронетанковой техники, Военное издательство, 1975, С. 291-294.
3. Эксплуатация бронетанковой и автотракторной техники, Военное издательство, 1974, С. 240-260.
4. Объект 434: Техническое описание и инструкция по эксплуатации, Военное издательство, 1986, С. 658-676.
5. Остапенко Н. И. Процесс рециклинга крупнопористого силікагеля марки КСКГ с целью его многократного использования на энергохимическом предприятии, Ужгород, 2017, С. 29-31.

## Обоснование рекомендаций по введению в использование активного угля во время длительного хранения бронетанкового вооружения и техники

Сергей Костюченко <sup>1 А</sup>; Виктор Гудима <sup>2 А</sup>;  
Анатолий Островский <sup>3 А</sup>; Ирина Новикова <sup>4 А</sup>

<sup>1</sup> **Corresponding author:** старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории института, e-mail: koseni@ukr.net

<sup>2</sup> к.т.н., преподаватель кафедры технического обеспечения, e-mail: viktor.gud77@gmail.com

<sup>3</sup> старший преподаватель кафедры технического обеспечения, e-mail: toxsa.0939385336@gmail.com

<sup>4</sup> старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела института, e-mail: rina\_nov@ukr.net

<sup>А</sup> Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, пр-кт Воздухофлотский, 28, г. Киев, 03049, Украина

### Аннотация

Окружающая среда является постоянно действующим носителем агрессивных коррозионных реагентов. В целом оно в себя включает атмосферный воздух, который состоит из азота, кислорода, водорода, углекислого и инертных паров, газов и твердые части (пыль). Почти все компоненты влияют на протекание коррозионных процессов. Детали современных машин изготавливают в большей части из сплавов различных металлов. Использование сплавов повышает прочность изделий, улучшает их износ и другие свойства. Основным видом разрушения металлических изделий является электрохимическая коррозия. Для ее протекания необходим электролит, который может образоваться на поверхности деталей в виде маленьких капель атмосферной влаги, а

также анодные и катодные участки. Анодные и катодные участки на поверхности деталей появляются не только за счет столкновения различных материалов, но и не одинаковой степени обработки поверхностей. Практически микрогальванопары возникают везде, где в металле есть влажные капли. Наиболее эффективно защита машин от коррозии обеспечивается путем образования на поверхности деталей механического барьера, но на объектах бронетанковой техники существует ряд деталей, которые нельзя покрывать маслом, а целый ряд систем (главным образом радиоэлектронная аппаратура и оптические приборы) очень чувствительны к воздействию атмосферы и не может быть защищенным маслами. Поэтому нашли так называемый способ обработки окружающей среды. Примером такого способа может служить герметизация бронетанковой техники и осушения воздуха внутри с помощью силикагеля ( $\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ). Для осушения воздуха внутри используется силикагель марок МСК и КСМ (кусковой и гранулированный), который представляет собой высушенный гель кремниевой кислоты.

**Ключевые слова:** содержание бронетанковой техники и вооружения, консервация, силикагель, активный уголь.

## Justification of recommendations for the introduction of active coal during the long-term storage of armored weapons

Serhii Kostiuhenko<sup>1 A</sup>; Viktor Hudyma<sup>2 A</sup>;  
Anatolii Ostrovskiy<sup>3 A</sup>; Iryna Novikova<sup>4 A</sup>

<sup>1</sup>Corresponding author: senior researcher of scientific research laboratory of scientific research departure of the Institute, e-mail: koseni@ukr.net

<sup>2</sup> PhD instructor of the Department of Technical Support, e-mail: viktor.gud77@gmail.com

<sup>3</sup>Senior instructors of the Department of Technical Support, e-mail: toxsa.0939385336@gmail.com

<sup>4</sup>Senior researcher of scientific of scientific research departure of the Institute, e-mail: irina\_nov@ukr.net

<sup>A</sup> National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniachovskyi, 28, Povitroflotsky, ave, Kyiv, 03049, Ukraine

### Abstract

The environment is a constant carrier of aggressive corrosive reagents. In general, it includes atmospheric air, which consists of nitrogen, oxygen, hydrogen, carbon dioxide and inert vapors, gases and solids (dust). Almost all components affect the course of corrosion processes. Details of modern machines are made mostly of an alloy of different metals. The use of alloys increases the strength of products, improves their wear and other properties. The main type of destruction of metal products is electrochemical corrosion. For its flow, an electrolyte is needed, which can be formed on the surface of the parts in the form of small drops of atmospheric moisture, as well as anode and cathode sections. Anode and cathode areas on the surface of parts appear not only due to the collision of different materials, but also not the same degree of surface treatment. Almost micro galvanic vapors occur wherever there are drops of moisture on the metal. The most effective protection of machines against corrosion is provided by the formation on the surface of mechanical barrier parts, but in armored vehicles there are a number of parts that cannot be covered with oil, and a number of systems (mainly electronic equipment and optical devices) are very sensitive to atmospheric and cannot be protected by oils. Therefore, found the so-called method of processing the environment. An example of such a method is the sealing of the tank and drying of the air inside with silica gel ( $\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ). Silica gel of MSC and KSM grades (lump and granular) is used to dry the air in the middle, which is a dried silicic acid gel.

**Keywords:** maintenance of armored weapons and equipment, conservation, silica gel, activated carbon.

## References

---

1. Bogdanova D. A., Nurgaliyev T. R., Rod'kin N. G. "Sravnitel'nyy analiz adsorbtsionnykh svoystv razlichnykh adsorbentov", *Molodoy uchenyy*, 2016, №13, S.97-100.
2. Voennoye izdatel'stvo "Ekspluatatsiya bronetankovoy tekhniki", 1975, S. 291-294.
3. Voennoye izdatel'stvo "Ekspluatatsiya bronetankovoy i avtotraktornoy tekhniki", 1974, S. 240-260.
4. Voennoye izdatel'stvo Ob'yekt 434 "Tekhnicheskoye opisaniye i instruktsiya po ekspluatatsii", 1986, S. 658-676.
5. Ostapenko N. I. "Protsess retsiklinga krupnoporistogo silikagelya marki KSKG s tsel'yu yego mnogokratnogo ispol'zovaniya na energokhimicheskom predpriyatii", Uzhgorod, 2017, S. 29-31.