

УДК 374.018.4:62:159.955

ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО МИСЛЕННЯ У ШКОЛЯРІВ НА ЗАНЯТТЯХ ГУРТКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ

Олександр Максимов¹, Тетяна Шевчук¹, Олександр Яковійчук¹, Олександр Максимов²

*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького¹
Харківський національний університет будівництва та архітектури²*

Анотація:

У статті наведено фрагмент методики формування технічного мислення особистості учнів 6-11 класів на заняттях гуртка науково-технічної творчості. Подано приклади задач із хімії, біології, алгоритми та алгоритмічні приписи учням для їх виконання. Доведено, що заняття в таких гуртках, де здійснюється проектування, моделювання, збирання пристроїв та виконання фізичних і хімічних експериментів, сприяють формуванню та розвитку технічного мислення в учнів школи та приросту знань з предметів природничих наук.

Аннотация:

Максимов Александр, Шевчук Татьяна, Яковейчук Александр, Максимов Александр.
Формирование технического мышления школьников на занятиях кружка научно-технического творчества.

В статье описан фрагмент методики формирования технического мышления учащихся 6-11 классов на занятиях кружка научно-технического творчества. Приведены примеры заданий по химии, биологии, алгоритмы и алгоритмические предписания учащимся для их выполнения. Доказано, что занятия в таком кружке, где осуществляется проектирование, моделирование, сборка приборов и выполнение физических и химических экспериментов, способствует формированию и развитию технического мышления учащихся школы и приращению знаний по предметам естественных наук.

Resume:

Maksymov Oleksandr, Shevchuk Tetiana, Yakoviichuk Oleksandr, Maksymov Oleksandr.
Formation of Technical Thinking of School Children in the Activities of the Scientific and Technical Creation.

The authors provide a fragment of techniques describing the formation of technical thinking in schoolchildren of Form 6-11 at the lessons of Science and Technology Club. There are examples of tasks on Chemistry and Biology, as well as algorithms and algorithmic instructions for schoolchildren to cope with the assignment. It is proved that attending the club where schoolchildren are engaged in design, modeling, device assembly, and where they carry out physical and chemical experiments favour the formation and development of schoolchildren's technical thinking and knowledge in natural sciences.

The authors described the methodology for completing tasks of two types which are oriented towards the formation of technical thinking. The first type of tasks concerns modifications of devices, parts or substances used in the experiment. Tasks of the second type are aimed at creating a research methodology and developing working models. The authors offered the solution of the problem dealing with the natural carbon cycle. They used a chemical experiment as an example of the first type of tasks. For the second type of tasks, algorithms for the actions of the teacher and students are given, and an example of the task "How to get oil from sunflower seeds" is provided. Students suggest a way to distill the mixture of oil (vegetable fat) and solvent (petroleum ether), assemble the device, draw up a flow chart and carry out the experiment. It is noted that the Club's program contains 32 lessons where students complete about one hundred tests and tasks that contribute to the formation of their technical thinking. Examples of such tests and methods for evaluating the results are given. It is proved that students who attend the Club improve their marks by 1-2 points in exact sciences compared with those who do not attend the Science and Technology Club.

Ключові слова:

гурток науково-технічної творчості; технічне мислення.

Ключевые слова:

кружок научно-технического творчества; техническое мышление.

Key words:

scientific and technical creation; technical thinking; algorithm; natural science.

Постановка проблеми. В умовах соціальних перетворень і науково-технічного прогресу, коли промисловий і аграрний комплекси розвиваються на засадах новітніх досягнень науки і техніки, коли розробляються прогресивні технології видобування сировини та виробництва матеріалів із наперед заданими властивостями, а технології мають відповідати принципам ресурсо- та енергозберігання, роботизації, кібернетизації та охорони довкілля, підвищується рівень вимог до формування технічного мислення майбутніх працівників виробничої галузі. Це зумовлює

необхідність створення методики формування технічного мислення у школярів під час вивчення ними природничих предметів. Технічне мислення, сформоване на матеріалі предметів з хімії, біології та інших природничих наук, стає базисом для створення психологічної настанови до дій проєктно-конструкторської та винахідницької діяльності з об'єктами техніки і природи, сприяє виробленню життєвого кредо, що виявляється насамперед у формі конкретних дій з перманентної технічної освіти. Конструювання, проектування, виконання

конструктивно-технічних завдань, пошук винаходів і патентів техніки, що «приховує» природа, мають стати основними видами творчої діяльності людини в галузі техніки, що становить базу для розвитку науково-технічного прогресу. На жаль, розвиток таких творчих начал людини шкільного віку здійснюється лише в гуртках міських Палаців творчості, несистемною роботою на уроках та в гуртках предметів природничого циклу. Тому актуальною залишається організація шкільних гуртків із науково-технічної творчості з метою формування технічного мислення в учнів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Т. Кудрявцев і дослідники його школи [1, 4] розробили концепцію технічного мислення і виявили особливості виконання учнями конструктивно-технічних завдань, оперування образами технічних предметів і володіння технічною наочністю, що стало фундаментом для досліджень у галузі предметних методик [3, с. 7]. Так, за останні роки проведено низку досліджень, присвячених розробленню методики розвитку технічного мислення в навчальному процесі як загалом, так і під час вивчення окремих шкільних предметів та дисциплін у вишах. Наприклад, М. Снядковський (M. Sniadkowski) і А. Май (A. Maj) наводять опис дій людини в умовах нових технологій або серед технічних пристроїв та обладнання, машин і побутової техніки і наголошують на необхідності розвитку технічного мислення та уяви в процесі навчання різних видів техніки, виконання завдань з розроблення методологічних, технологічних, організаційних інновацій та програм з переобладнання чи зміни об'єктів техніки тощо. Вони характеризують практичний, графічний, образний і концептуальний типи мислення, наводять форми, методи і навіть конкретні засоби розвитку технічного мислення: зошит зі словником технічних понять та умов, випуск тематичної газети, застосування інтернет-ресурсів і технічної літератури в навчанні. Для вивчення техніки рекомендують використовувати пізнавальні, практичні, проєктувальні та інші завдання [8].

Р. Хансен (R. Hansen) висловлює думку про те, що навчання людей здійснювати асоціації є природним інстинктом, який притаманний «...багатьом людям, молодим чи літнім, які працюють у технічній галузі, мають хобі з практики або викладають предмет з практики» [7].

Учений проаналізував публікації в галузі формування й розвитку технічного мислення в різних ситуаціях навчання в школі й звернув увагу на тезу в журналі технологічної освіти «Сенді» про те, що «...найбільш ефективне

середовище навчання – це середовище, у якому педагог може відмовитись від власних упереджень і зосередитися на потребах кожної дитини» [7]. Р. Хансен також вказав на брак належної уваги до проблем технологічної освіти.

Дослідження проблеми технічного мислення давно вийшло за межі психології та педагогіки, і вона стала предметом обговорення філософів і соціологів [6, с. 8]. Так, Є. Чащин порушує питання взаємозв'язку технічного і технологічного мислення фахівців (і не тільки) у сучасному світі й наголошує на тому, що «...спрямованість на технічні засоби сучасного соціального мислення є вищою, ніж мислення попередніх епох. Ідеалізація технологій та технічних засобів, що є характерним для початку ХХІ століття, породила феномен, який можна окреслити як техноорієнтованість – надмірну технічну спрямованість мислення» [6]. Дослідник характеризує техноорієнтованість як штучне заміщення соціокультурних гуманітарних основ технічними й технічне бачення світу суб'єктом сучасного соціуму [6].

Однак для паритетності або раціонального співвідношення гуманітарних і технічних основ суспільства, певних дій щодо підвищення значущості формування технічного мислення на уроках з предметів математичного профілю, технологій та природничих наук, доцільно буде приділяти більше уваги факультативним заняттям і гурткам.

Формулювання цілей статті. Мета статті – обґрунтувати доцільність і методичну спроможність формування технічного мислення школярів під час їхньої діяльності в гуртку науково-технічної творчості. У таких формах навчання, як урок і домашні завдання, не завжди вдається виконати дидактичні завдання із застосуванням тривалого фізичного, хімічного експерименту або розробити нову (звісно для учнів) методику дослідження явища, добування та ідентифікації речовин. Це зумовило застосування повною мірою дослідницького підходу на заняттях гуртка природничих предметів для учнів 6-11 класів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Педагог В. Сухомлинський називав гуртки куточками творчої праці, де підлітки стають мислителями і дослідниками. Тому ми в гуртковій роботі створювали умови, у яких учні розвивали вміння «думати руками», творчо мислити, емоційно та естетично виховувались. Усе це відбувалося в діяльності, коли учні аналізували співвідношення деталей приладу, подумки складали схеми, робили рисунки досліду, збирали й монтували приладдя тощо. У такій діяльності, за словами В. Сухомлинського, «...інформація йде двома

безперервними зустрічними потоками – від рук до мозку й від мозку до рук. Руки думають, і саме в ці моменти й пробуджуються творчі ділянки мозку» [5, с. 339].

Гурткові заняття були націлені на переорієнтацію дидактичної та загальнопедагогічної мети і змісту від звичайного поглиблення, удосконалення предметних знань і вмінь розв'язувати розрахункові хімічні або фізичні задачі, виконувати хімічні перетворення за алгоритмом або учнівські експерименти, не заявлені навчальною програмою, у бік діяльності, спрямованої на розвиток умінь проектувати й конструювати прилади, на розвиток інтересів і здібностей до технічної творчості й формування в особистості технічного мислення.

На заняттях гуртка учні відстежували поступ людської цивілізації і з'ясовували значення в ньому науки і техніки, вивчали регіональні й глобальні проблеми сучасності та шукали способи їх розв'язання, у зв'язку з чим розробляли проекти, фізичні та хімічні лабораторні дослідження, прилади та інше. Зміст знань відображає варіативність програмного матеріалу з хімії, біології, фізики, економічної та фізичної географії. Інформація про регіональні проблеми особливо зазнає емоційного та розумового перероблення й відповідає потребам учнів, які щиро зацікавлені в їх розв'язанні. Принцип регіональності не суперечить державній і шкільній компонентам навчального плану. Навпаки, дослідницький підхід дає змогу, використовуючи конкретні приклади, перейти від обговорення місцевих проблем, їх усвідомлення до розгляду аналогічних в інших регіонах планети, розуміння їх глобальності й ознайомлення зі шляхами розв'язання.

Під час гурткових занять учні виконували завдання двох типів, націлені на творчу діяльність із формування технічного мислення. Перший тип завдань орієнтований на модифікаційні зміни приладу, пристрою або заміну речовини, яку пропонують в умові. Метою завдань другого типу було створення методики дослідження й розроблення активних моделей.

Завдання першого типу не вимагають суттєвої переробки методики проведення експерименту й розроблення нових приладів. Завданнями другого типу є розроблення методики дослідження явищ природи, організмів, проектування моделей хімічних процесів тощо. Водночас ці завдання містять елементи завдань першого рівня. Це не дивно, бо обсяг роботи з завданнями другого типу значно більший і поглинає обсяг роботи завдань першої групи.

Розглянемо методику проведення занять, на яких виконуються ці типи завдань.

Наприклад, до завдань першого типу належить таке: «Визначити масу Карбону в мушлях молюсків». Основні етапи заняття з виконання цього завдання такі. На початку заняття проводиться актуалізація опорних понять з теми «Підгрупа Карбону». Метою цього заняття було розв'язання проблеми кругообігу Карбону в природі за допомогою хімічного експерименту. Під час конструювання і збирання приладу формувалося технічне мислення учнів, а в процесі обговорення кругообігу Карбону в природі відбувалося формування елементів хімічної картини світу.

Потім за довідником-визначником учні самостійно визначили вид морських равликів *Mithylushalloptovinceales*, *Myaarginaria*, *Solenvagina* та виноградного *Helixromatia*.

Далі перед учнями ставили проблему: «Чи можна простежити відрізок шляху кругообігу Карбону в природі? Як за допомогою хімічного дослідження обчислити масу Карбону в мушлях молюсків?»

Під час бесіди, використовуючи таблицю «Кругообіг Карбону в природі», учні висловлювали різні гіпотези щодо міграції Карбону в живій і неживій природі. Викладач поставив перед ними запитання: «Як, скориставшись методикою визначення вмісту карбонатів у вапняку, обчислити масу Карбону, яку накопичують молюски визначених видів?». У процесі обговорення учні доходять висновку, що, розрахувавши масу вуглекислого газу, можна обчислити і масу Карбону в черепашках.

Учні за методикою збирають прилад для дослідження (рис. 1), проводять відповідні реакції, тричі обчислюють масу вуглекислого газу, а потім Карбону в мушлях одного виду молюсків і знаходять середньозважену величину.

Після обчислення маси Карбону в мушлях кожного виду, учням повідомляють про методику біологічної науки, за якою підраховується кількість молюсків на площині шельфової зони, наприклад, Азовського моря. Такі дані збираються з усього світу, для чого потрібні знання з хімії, біології, географії, математики та інших наук. Щоб простежити міграцію хімічного елемента Карбону, треба знати ланцюги харчування та процеси мінералізації на планеті.

Спосіб обчислення маси Карбону в мушлях молюсків з його лабораторними засобами формує в учнів методологію наукового дослідження, сприяє розвитку практичних умінь експериментатора хімічної лабораторії і формування елементів наукового світогляду. Поставлені завдання перед учнями й розуміння того, що є можливість розв'язання по суті глобальної проблеми визначення маси накопиченого Карбону морськими молюсками

шельфу Азовського моря та узбережжя за допомогою лабораторного досліду, а також можливість удосконалення конструкції приладу, підвищувало мотивацію до навчання.

Завдання другого типу виконуються за загальним алгоритмом дій для вчителя й для учнів. Дії вчителя такі:

1. Актуалізація знань і умінь, важливих для розв'язання проблеми.
2. Формулювання проблеми, створення проблемної ситуації.
3. Підготовка матеріалів для моделювання.
4. Керування діяльністю учнів: виділення й фіксація важливих і цікавих думок, пропозицій, запитань, гіпотез, висунутих учнями. Заохочення учнів до будь-яких думок, навіть таких, що, на перший погляд, видаються абсурдними.

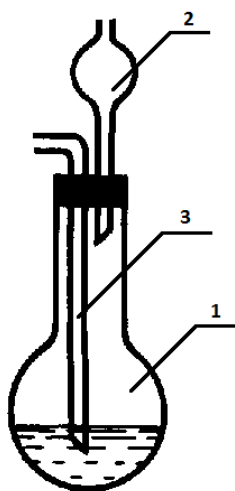


Рис. 1. Прилад для визначення вмісту карбонатів у вапняку.

- 1 – колба, 2 – трубка, заповнена Кальцій хлоридом, 3 – газовідвідна трубка.

Учні діють за таким планом:

1. Роздуми над проблемою (занурення в проблему). Пошук відомих способів її розв'язання. Самостійне здобуття знань для розв'язання проблеми. Розробка проекту. Креслення схеми, виготовлення ескізу, рисунка тощо.

2. Відбір матеріалів (деталей, апаратів тощо) для конструювання приладу або моделі.

3. Збирання приладу або моделі.

4. Перевірка приладу або моделі в дії. Проведення вимірювань, прилаштування деталей, заміна одних деталей іншими.

5. Формулювання положень, що характеризують головні етапи конструювання приладу або моделі. Рекомендації щодо використання приладу або моделі.

6. Визначення проблем для наступної дослідницької діяльності з приладом або моделлю.

Залежно від умови конструктивно-технічного завдання або порушеної проблеми, учні використовують узагальнений алгоритмічний припис:

1. Проаналізуйте властивості вихідних і отриманих речовин та поміркуйте, які потрібні умови для перебігу реакцій (температура, тиск, каталізатори).

2. Подумайте, які апарати технологічного процесу або деталі лабораторного приладу потрібні для прийому й утримання вихідних речовин.

3. Ураховуючи умови перебігу реакцій, подумайте, які апарати технологічного процесу або деталі лабораторного приладу потрібні для перетворення вихідних речовин.

4. Якщо утворюються проміжні речовини однієї або декількох стадій, то кожна отримана проміжна речовина вважається вихідною і тоді потрібно знову повторити 1, 2, 3 дії алгоритмічного припису.

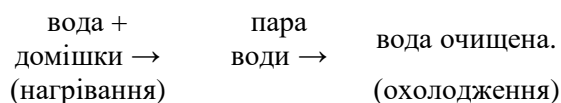
5. Подумайте, які потрібні апарати або деталі для уловлювання одержуваних або виведення проміжних речовин реакції.

6. З відібраних апаратів або деталей складіть технологічну схему або зберіть прилад.

Наприклад, гуртківці виконували таке завдання: «Як із соняшникового насіння отримати олію (рослинний жир)? Розробіть лабораторний спосіб екстракції олії із соняшникового насіння».

Аналіз умови завдання показує, що предметом дослідження є рослинний жир. Учні вивчають властивості рослинного жиру за алгоритмічним приписом і доходять висновку, що його можна розчинити. З довідкової літератури з'ясовують, що розчинник соняшnikової олії – петролейний ефір – це суміш легких вуглеводнів (пентану, гексану), яка кипить при температурі 40-70⁰С. Насіння механічно подрібнюють і заливають розчинником. Далі учні розв'язують таку проблему: «Як відділити олію від розчинника – петролейного ефіру?».

Певні елементи методологічного знання учні отримали під час ознайомлення з методами дистиляції, фільтрування, перегонки тощо. Так, учні запам'ятали схему очищення води від домішок:



За цією схемою відбувалося формування технічного мислення в процесі вивчення теми «Переробка нафти фракційною перегонкою» й обговорення способів розділення суміші вуглеводнів з різними фізичними властивостями.

Учні пригадують, що за цією схемою можна відокремити розчинену одну речовину від іншої.

У процесі розмірковувань учні запропонували спосіб перегонки суміші соняшникової олії і петролейного ефіру й сконструювали для цього прилад – перегінний апарат, який складався з колби Вюрца, холодильника Лібіха з алонжем і приймача у вигляді хімічного стакану. Зібраний об'єм соняшникової олії вимірили мірним циліндром і обчислили масу. З 20-25 г смажених очищених зерен соняшника масова частка практичного виходу олії становить майже 35%, тобто 6-8 г.

Цей дослід моделює процес технології екстракції олії у виробництві.

Результати дослідження. Гурток науково-технічної творчості для учнів шкіл № 6, 7, 10, 14 м. Мелітополя (Україна) працював при кафедрі неорганічної хімії та хімічної освіти МДПУ імені Богдана Хмельницького.

Програма гуртка розрахована на 32 заняття, на яких учні розв'язали 56 задач з хімії, 17 завдань з біології, виконали 35 тестів з біології. Метою цих завдань було формування технічного мислення школярів, яке вимірювалося методом однієї подібності, який полягає у використанні однакових завдань у різних класах під керівництвом різних учителів. Ці самі завдання отримали й гуртківці. Учні отримували тести, у яких з чотирьох-п'яти відповідей правильною була лише одна. Наприклад: функція листя рослини нагадує: а) дію сонячної батареї, б) діяльність хімічного підприємства, в) дію міської газової мережі, г) дію двигуна внутрішнього згоряння (правильна відповідь – б). Крім тестів, були й контрольні завдання з відповідних тем курсу хімії: «Запропонуйте схему технологічного процесу виробництва цукру з буряку. Зробіть рисунок і поясніть принцип дії агрегатів». Результати відповідей

оцінювали за коефіцієнтом технічного мислення (K_{TM}), який обчислювали за формулою:

$$K_{TM} = \frac{n}{N},$$

де n – максимальна кількість правильних відповідей на тести (або завдання), N – загальна кількість тестів (або завдань). Результати кожного гуртківця відстежували особисто в класі, у якому проводилися контрольні заходи. Загальна кількість учнів гуртка становила 17 осіб. Рівень їхньої успішності навчання з предметів природничого циклу, порівняно з учнями їхнього ж класу був різний. Окремі учні, а таких налічувалося до 7-8, нерідко пропускали заняття гуртка. Отримані результати учнями гуртка виявилися загалом вищими від результатів їхніх однокласників приблизно на 0,15-0,31 бала за дванадцятибальною шкалою.

Окремі учні, що регулярно відвідували гурток, з таких предметів, як хімія, біологія та фізика, підвищили поточні й семестрові бали на 1-2 одиниці, а деякі вийшли на високий рівень.

Висновки. Застосування діяльнісного підходу до формування технічного мислення учнів позитивно вплинуло на приріст знань і вмінь з предметів природничого циклу, що вкотре підтвердило слова М. Левітова про відсутність природних анатомо-фізіологічних задатків до техніки або про «приреченість людини на той чи інший рівень оволодіння технікою» [2, с. 16]. Технічне мислення можна й потрібно формувати з дитинства, а засобами шкільних предметів й поготів. Політехнічний характер шкільного навчання на уроках і, особливо в гуртковій, факультативній роботі, дає змогу організувати діяльність із проектування, моделювання, конструювання тощо – методів, націлених на формування й розвиток технічного мислення учнів.

Список використаних джерел

1. Кудрявцев Т. В. Психология технического мышления: Процесс и способы решения технических задач. Москва: Педагогика, 1975. 304 с.
2. Левитов Н. Д. Психология труда. Москва: Учпедгиз, 1963. 340 с.
3. Максимов О. С. Формування технічного мислення школярів у процесі навчання природничих предметів (монографія). Макіївка: Спектр, 1995. 231 с.
4. Особенности мышления учащихся в процессе трудового обучения: сборник статей / под ред. Т. В. Кудрявцева. Москва: Педагогика, 1970. 336 с.
5. Сухомлинский В. А. Сердце отдаю детям. Рождение гражданина. Письма к сыну. Киев: Рад. шк., 1987. 544 с.
6. Чашин Е. В. Техническое и технологическое мышление в современном обществе. *Вестник Челябинского гос. ун-та*. 2012. № 35(289). *Философия. Социология. Культурология*. Вып. 28. С. 51–55.
7. Hansen R. The Roots of Technical Learning and Thinking: Situating TLT in Schools. *Journal of Technology Education*. Vol. 20. № 1, Fall 2008. P. 5–15.

References

1. Kudryavtsev T.V. (1975) Psychology of technical thinking: The process and methods of solving technical problems. M.: Pedagogy, 1975. 304 p. [in Russian]
2. Levitov N.D. (1963) The psychology of labor. M.: Uchpedgiz, 340 p. [in Russian]
3. Maksimov O.S. (1995) The form of technical education of schoolchildren in the process of preparing natural subjects (monograph). Makivka: Spectrum, 231 p. [in Ukrainian]
4. Features of students' thinking in the process of labor training [Text] [Collection of articles] / Ed. [and foreword from. 3-19] T.V. Kudryavtseva. M.: Pedagogy, 1970. 336 p., III.
5. Sukhomlinsky V.A. (1987) I give my heart to children. Birth of a citizen. Letters to the son. K.: Glad. school, 544 p. [in Russian]
6. Chashchin E.V. (2012) Technical and technological thinking in modern society / Bulletin of the Chelyabinsk state. University, No. 35 (289). Philosophy. Sociology. Culturology. Vol. 28. P. 51-55 [in Russian]

8. Sniadkowski M., Maj A. Conditions for the development of technical thinking in the learning process. *Advances in Science and Technology Research Journal*. Vol. 9. № 25, March 2015. P. 34–40.
7. Sniadkowski M., Maj A. (2015) Conditions for the development of technical thinking in the learning process // *Advances in Science and Technology Research Journal*. Vol. 9, No. 25, March. P. 34-40 [in English]
8. Hansen R.(2008) The Roots of Technical Learning and Thinking: Situating TLT in Schools // *Journal of Technology Education*. Vol. 20, No. 1, Fall P. 5-15 [in English]

Рецензент: д-р філос. наук, професор Троїцька Т.С.

Відомості про авторів:

Максимов Олександр Сергійович
neorghim54@gmail.com

Мелітопольський державний педагогічний
університет імені Богдана Хмельницького
вул. Гетьманська, 20, м. Мелітополь,
Запорізька обл., 72312, Україна

Шевчук Тетяна Олександрівна

Мелітопольський державний педагогічний
університет імені Богдана Хмельницького
вул. Гетьманська, 20, м. Мелітополь,
Запорізька обл., 72312, Україна

Яковійчук Олександр Володимирович

Мелітопольський державний педагогічний
університет імені Богдана Хмельницького
вул. Гетьманська, 20, м. Мелітополь,
Запорізька обл., 72312, Україна

Максимов Олександр Олександрович

Харківський національний університет
будівництва та архітектури
вул. Сумська, 40, м. Харків,
Харківська обл., 61000, Україна

doi: 10.33842/22195203/2019/23/63/68

*Матеріал надійшов до редакції 15. 11. 2019 р.
Прийнято до друку 16. 12. 2019 р.*

Information about the authors:

Maksymov Oleksandr Serhiiovych
neorghim54@gmail.com

Melitopol Bohdan Khmelnytsky
State Pedagogical University
20 Hetmans'ka St., Melitopol,
Zaporizhia region, 72312, Ukraine

Shevchuk Tetiana Oleksandrivna

Melitopol Bohdan Khmelnytsky
State Pedagogical University
20 Hetmans'ka St., Melitopol,
Zaporizhia region, 72312, Ukraine

Yakovichuk Oleksandr Volodymyrovych

Melitopol Bohdan Khmelnytsky
State Pedagogical University
20 Hetmans'ka St., Melitopol,
Zaporizhia region, 72312, Ukraine

Maksymov Oleksandr Oleksandrovych

Kharkiv National University
of Civil Engineering and Architecture
Sumska street, 40, Kharkiv,
Kharkiv region, 61000, Ukraine

doi: 10.33842/22195203/2019/23/63/68

*Received at the editorial office 15. 11. 2019.
Accepted for publishing 16. 12. 2019.*