

DOI: 10.34921/amj.2022.4.015

Kolupayev S.M.<sup>1,2</sup>, Lesovoy V.N.<sup>1,2</sup>, Andonyeva N.M.<sup>1,2</sup>, Tovajnyanskaya O.L.<sup>1</sup>,  
Heletka O.O.<sup>1</sup>, Chernyak M.E.<sup>1</sup>, Qargin V.V.<sup>1,3</sup>

## TRANSLYUMBAL ELEKTROİMPULS STİMULYASIYASININ URETEROLİTİAZLI PASİYENTLƏRDƏ SİDİK AXARLARININ PERİSTALTİK AKTİVLİYİNƏ TƏSİRİ

<sup>1</sup>Xarkov Milli Tibb Universiteti, Xarkov, Ukrayna; <sup>2</sup>V.Şapoval ad. Vilayət Klinik Tibbi Urologiya və Nefrologiya Mərkəzi, Xarkov, Ukrayna; <sup>3</sup>Xarkov Beynəlxalq Tibb Universiteti, Xarkov, Ukrayna

**Xülasə.** Məqalədə böyrək ləyancıyinin və pielouretal seqmentin peysmeyker zonalarının translyumbal elektroimpuls stimulyasiyasının urolitiazlı xəstələrdə sidik axarlarının peristaltik aktivliyinə təsirini öyrənmək məqsədilə aparılmış tədqiqat haqqında məlumat verilmişdir.

Tədqiqata yaşı 20-dən 67-yə qədər olan 54 (31 kişi, 23 qadın) ureterolitizalı xəstə cəlb edilmişdir. Daşların ölçüləri 4-7 mm arasında olmuş, xəstələrdən 40 nəfərdə (71%) tək, 14 nəfərdə (25,9%) çoxsaylı sidik daşları olmuşdur. Urolitiazlı xəstələrdə sidik axarlarının yığılmasının ilkin tezliyi müəyyənləşdirildikdən sonra elektromioqrafiyadan istifadə edilməklə obstruksiya olan tərəfdə orijinal metod üzrə elektroimpuls stimulyasiyası aparılmışdır.

Tədqiqat zamanı sidik axarlarının peristaltik aktivliyi tədqiq edilmişdir. Xəstələr bu proseduru yaxşı keçirmişlər; hemodinamik göstəriciləri dəyişikliyə uğramayıb.

Beləliklə, böyrək ləyənlərinin və pielouretal seqmentin peysmeyker zonalarının translyumbal elektroimpuls stimulyasiyası onların peristaltik aktivliyinə təsir göstərən effektiv metoddur və bu metoddan ureterolitiazlı xəstələrin müalicə kompleksində istifadə edilə bilər.

**Açar sözlər:** ureterolitiaz, translyumbal elektroimpuls stimulyasiyası, peristaltika

**Ключевые слова:** уретеролитиаз, транслюмбальная электроимпульсная стимуляция, перистальтика

**Key words:** ureterolithiasis, translumbar electrical impulse stimulation, peristalsis

Колупаев С.М.<sup>1,2</sup>, Лесовой В.Н.<sup>1,2</sup>, Андоньева Н.М.<sup>1,2</sup>, Товажнянская Е.Л.<sup>1</sup>,  
Гелетка А.А.<sup>1</sup>, Черняк М.Е.<sup>1</sup>, Гаргин В.В.<sup>1,3</sup>

## ТРАНСЛЮМБАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ ПЕРИСТАЛЬТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЧЕТОЧНИКА У ПАЦИЕНТОВ С УРЕТЕРОЛИТИАЗОМ

<sup>1</sup>Харьковский национальный медицинский университет, Харьков, Украина; <sup>2</sup>Областной медицинский клинический центр урологии и нефрологии им. В. Шаповала, Харьков, Украина; <sup>3</sup>Харьковский международный медицинский университет, Харьков, Украина

В статье представлены результаты исследования, проведенного с целью изучения влияния транслюмбальной электроимпульсной стимуляции пейсмейкерной зоны почечной лоханки и пиелoureterального сегмента на перистальтическую активность мочеточника у пациентов с уретеролитиазом.

В исследование были включены 54 пациента, в возрасте 22-67 лет, мужчин – 31, женщин – 23, с камнями мочеточников. Размеры камней варьировали в диапазоне 4-7 мм, единичные камни имели место у 40 (74,1%) больных, множественные – у 14 (25,9%) обследуемых. После оценки исходной частоты мочеточниковых выбросов у больных с уретеролитиазом проводили транслюмбальную электроимпульсную стимуляцию на стороне обструкции с помощью электромиографа по оригинальной методике.

*В ходе исследования установлено изменение перистальтической активности мочеточника. Воздействие хорошо переносилось пациентами. Изменений показателей гемодинамики выявлено не было.*

*Таким образом, транслюмбальная электроимпульсная стимуляция пейсмейкерной зоны почечной лоханки и пиелоуретерального сегмента является эффективным методом стимуляции перистальтической активности мочеточника и может применяться в комплексе лечебных мероприятий экспульсивной терапии у пациентов с уретеролитиазом.*

---

Патология мочеполовой системы различной этиологии и патогенеза продолжает оставаться одной из важной составляющей в структуре заболеваемости и смертности [1-4]. При этом, мочекаменная болезнь широко распространена в современной популяции, доля уретеролитиаза в ее структуре составляет 20% [5, 6]. Современным трендом в лечении данного заболевания является применение широкого спектра неинвазивных и малоинвазивных методик, среди которых ведущая роль принадлежит экстракорпоральной ударно-волновой и контактной уретеролитотрипсии [7]. Не потеряла своей актуальности экспульсивная терапия, направленная на ускорение отхождения конкрементов дистального отдела мочеточника, а также фрагментов камня после проведения экстракорпоральной ударно-волновой литотрипсии [8]. В качестве медикаментозной экспульсивной терапии традиционно используются блокаторы альфа-адренорецепторов, механизм действия которых обусловлен расслабляющим действием на гладкую мускулатуру мочеточника [9]. Однако литокинезу способствует не только релаксация мочеточника, но также его адекватная перистальтическая активность, индуцируемая клетками пейсмейкерной зоны почечной лоханки [10]. Наличие конкремента в мочеточнике может способствовать снижению частоты и амплитуды перистальтических волн, что усложняет движение камня по мочеточнику. Современная медицина старается максимально инвазивные методики диагностики и лечения в разных сферах [11, 12], что позволяет избегать неблагоприятных последствий лечения [13, 14]. С нашей точки зрения неинвазивная стимуляция перистальтической активности мочеточника является целесообразной в аспекте повышения эффективности экспульсивной терапии у пациентов с уретеролитиазом. В связи с вышеизло-

женным, **целью** нашей работы явилось изучение влияния транслюмбальной электроимпульсной стимуляции (ТЭИС) пейсмейкерной зоны почечной лоханки и пиелоуретерального сегмента на перистальтическую активность мочеточника у пациентов с уретеролитиазом.

**Материалы и методы исследования.** В исследование были включены 54 пациента, в возрасте 22-67 лет (средний возраст  $39,4 \pm 7,3$ ), мужчин – 31, женщин – 23, с камнями мочеточников, которые находились на лечении в КНПХОР «Областной медицинский клинический центр урологии и нефрологии им. В.И. Шаповала». Размеры камней варьировали в диапазоне 4-7 мм, единичные камни имели место у 40 (74,1%) больных, множественные – у 14 (25,9%) обследуемых. Множественные камни явились следствием фрагментации исходного конкремента после проведения экстракорпоральной ударно-волновой литотрипсии. Камни правого мочеточника имели место у 23 (42,6%) пациентов, камни левого мочеточника определялись у 31 (57,4%) больного.

Перистальтическая активность мочеточника на стороне поражения оценивалась путем определения частоты мочеточниковых выбросов, которые регистрировались во время проведения доплеровской ультрасонографии мочевого пузыря на аппарате «HAWK 2102» (B-Ka Medical (Дания) с использованием конвексного датчика 3,5-6 МГц. Сканирование проводили в положении лежа, мочевой пузырь визуализировали в поперечной плоскости для одновременной оценки устьев левого и правого мочеточников на уровне треугольника. Исследование проводилось в 2 этапа. На первом этапе оценивались исходная частота мочеточниковых выбросов, на стороне локализации камня, а также на контралатеральной, здоровой стороне. Второй этап исследования предусматривал оценку данного показателя на фоне проведения транслюмбальной электроимпульсной стимуляции на стороне обструкции. Время регистрации исходной, а также стимулированной перистальтической активности мочеточника составляло от 5 до 10 минут.

ТЭИС проводилась с помощью электромиографа M-Test (DX-Systems, Украина) в режиме стимуляции. Предварительно у всех пациентов выполнялось ультразвуковое сканирование из транслюмбального доступа, при котором определялась проекция почки, пиелоуретерального сегмента и верхней трети мочеточника на поясничную область, а также расстояние от поверхности кожи до почеч-

ной лоханки на стороне локализации камня. Негативный электрод квадратной формы, площадью 8 см<sup>2</sup>, накладывали в поясничной области, в зоне проекции почечной лоханки, кнаружи от латерального края глубокой мышцы спины. Позитивный электрод располагали в проекции верхней трети мочеточника, на расстоянии 5-7 см от негативного электрода. Для снижения импеданса каждого электрода в зону контакта наносился токопроводящий гель.

Стимуляция проводилась одиночными импульсами прямоугольной формы, негативной полярности, длительностью 200 мксек, силой тока от 15 до 30 мА, с интервалом 15-20 сек. Величина силы тока зависела от расстояния от кожи до почечной лоханки, которое определяли при ультразвуковом сканировании. Временной момент подачи импульса зависел от исходной частоты перистальтики и определялся следующим образом: вначале определяли базовый временной интервал между двумя последовательными мочеточниковыми выбросами, после чего подавали электрический импульс через время, равное половине базового интервала. При фиксации следующего мочеточникового выброса, также регистрировали время прошедшее после предыдущего и подавали электрический стимул во временном диапазоне, соответствующем последней трети последнего интервала.

Схема расположения электродов и физические параметры электрической стимуляции не оказывали сопутствующего воздействия на мышечную стенку мочеточника и глубокой мышцы спины. С целью оценки безопасности воздействия у всех пациентов контролировались показатели гемодинамики: пульс и артериальное давление.

Протокол исследования был одобрен этическим комитетом КНПХОР «Областной медицинский клинический центр урологии и нефрологии им. В.И. Шаповала». Перед началом исследования все пациенты были информированы о целях, задачах и методе исследования, после чего добровольно подписали информированное согласие.

Статистическая обработка данных, полученных в процессе исследования, проводилась с использованием электронных таблиц Microsoft Office Excel 2016 (Microsoft, США) и программы Statistica 10.0 (StatSoft, США). Соответствие полученных данных закону нормального распределения оценивалось с помощью критерия Шапиро-Вилка (Shapiro-Wilk's W-test). Все показатели соответствовали закону нормального распределения. При статистическом анализе вычислялось среднее значение и стандартное отклонение. Для оценки достоверности разницы между независимыми группами параметрических показателей использовали t-критерий Стьюдента. Оценка значимости отличий признаков зависимых группировок с признаками нормального распределения проводилась по четному критерию Стьюдента (t-критерий зависимых выборок). Результаты представлены как среднее значение (M) ± стандартное отклонение (SD). Различия определяли по уровню значимости p≤0,05.

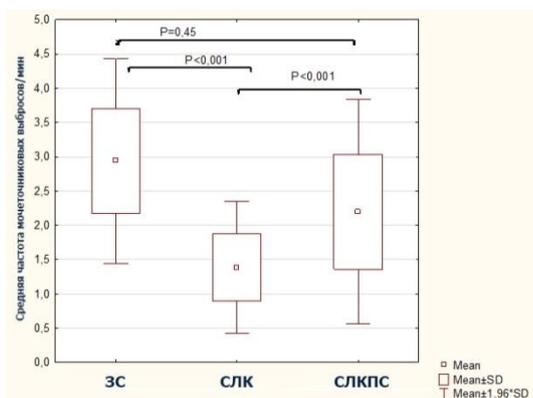
**Результаты исследования.** В ходе работы получено достоверное отличие показателей частоты мочеточниковых выбросов, а также длительности интервала между последовательными мочеточниковыми выбросами на стороне обструкции и противоположной стороны, где мочевыводящие пути были интактны (табл. 1).

При проведении ТЭИС по вышеуказанной методике у пациентов с уретеролитиазом частота мочеточниковых выбросов увеличилась в среднем на 59,4%, по сравнению с исходным уровнем, при этом длительность интервала между последовательными мочеточниковыми выбросами была достоверно ниже исходных значений (табл. 1, рис. 1).

**Таблица 1.** Показатели перистальтической активности мочеточника у пациентов с односторонним уретеролитиазом

Показатели	Здоровая сторона	Сторона локализации камня	Сторона локализации камня после ТЭИС
	M±SD (Min-max)	M±SD (Min-max)	M±SD (Min-max)
Средняя частота мочеточниковых выбросов, мин	2,94±0,76 (1,09- 4,58)	1,38±0,49 <sup>1,3</sup> (0,46-2,45)	2,20±0,84 <sup>2</sup> 0,52-3,99
Средняя длительность интервала между двумя последовательными мочеточниковыми выбросами, сек	19,63±2,61 12,98 -25,54	44,48 ±4,89 <sup>1,3</sup> 26,58- 63,86	27,96±2,89 <sup>1,2</sup> 19,49-39,92

**Прим.:** степень достоверности различий (p<0,05) по сравнению: <sup>1</sup> – с показателями здоровой стороны; <sup>2</sup> – с показателями стороны локализации камня; <sup>3</sup> – с показателями стороны локализации камня после ТЭИС.



*M* – среднее значение, *SD* – стандартное отклонение.

**Рис. 1.** Средняя частота мочеточниковых выбросов у пациентов с односторонним уретеролитиазом. ЗС – здоровая сторона, СЛК – сторона локализации камня, СЛКПС – сторона локализации камня после стимуляции.

Данное воздействие легко переносилось пациентами. Изменений показателей гемодинамики выявлено не было.

**Обсуждение.** Электростимуляция, как методика физического воздействия на организм, получила широкое распространение в различных отраслях медицины [14, 15]. Воздействие электрическим током активизирует мембраны нервных клеток, внутриклеточные сигнальные пути, процессы клеточной пролиферации и дифференцировки [16, 17]. Применение электростимуляции в медицине требует адекватного обоснования.

Современным трендом экспульсивной терапии, направленной на элиминацию камня при уретеролитиазе, является применение  $\alpha$ -адреноблокаторов, механизм действия которых обусловлен релакси-

рующим действием на гладкую мускулатуру мочеточника [18, 19]. Патогенетически обоснованным вариантом экспульсивной терапии может являться стимуляция перистальтической активности мочеточника путем воздействия на клетки пейсмейкерной зоны почечной лоханки и пиелoureтерального сегмента. С целью достижения данного эффекта в настоящей работе нами была применена транслюмбальная электроимпульсная стимуляция почечной лоханки и пиелoureтерального сегмента. В современной литературе имеются сведения об успешном применении трансабдоминальной электрической стимуляции для активизации моторики желудочно-кишечного тракта, транскраниальной электрической стимуляции с целью воздействия на возбудимость коры головного мозга [20-22].

Последствия уролитиаза зависят от многих факторов, в том числе от состояния иммунной системы, которая меняется в различных условиях, качественного состава микрофлоры и ее резистентности к проводимой терапии [23-25]. Безусловно взаимосвязь указанных факторов с составом камней требует дальнейшего изучения.

Таким образом, транслюмбальная электроимпульсная стимуляция пейсмейкерной зоны почечной лоханки и пиелoureтерального сегмента является эффективным методом стимуляции перистальтической активности мочеточника и может применяться в комплексе лечебных мероприятий экспульсивной терапии у пациентов с уретеролитиазом.

## Литература

1. Polyvianna Y., Chumachenko D., Chumachenko T. Computer aided system of time series analysis methods for forecasting the epidemics outbreaks // 2019 15th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems, CADSM 2019:1-4. doi: 10.1109/CADSM.2019.8779344
2. Lytvynenko M., Bondarenko A., Gargin V. The effect of alcohol on ovarian state in HIV-infected women // Azerbaijan Med J 2021(1):61-68. doi:10.34921/amj.2021.1.008
3. Shepherd L., Borges Á., Ledergerber B., et al. Infection-related and -unrelated malignancies, HIV and the aging population // HIV Med. 2016;17(8):590-600. doi:10.1111/hiv.12359
4. Giwercman A., Rylander L., Rignell-Hydbom A., et al. Androgen receptor gene CAG repeat length as a modifier of the association between persistent organohalogen pollutant exposure markers and semen charac-

- teristics // *Pharmacogenet Genomics*. 2007;17(6):391-401. doi:10.1097/01.fpc.0000236329.26551.78
5. Serdar C., Firat A. Muge A.Y., Ozan B. et al. Computed tomography findings predicting the success of silodosin for medical expulsive therapy of ureteral stones // *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 2017; 33:290-294.
  6. Romaniuk A., Sikora V., Lyndina Y., Lyndin M., Hyriavenko N., Sikora V., et al. Effect of heavy metals on the readaptive processes in the urinary bladder // *Bangladesh J Med Sci*. 2019;18(1):100-106.
  7. EAU Guidelines. Edn. presented at the EAU Annual Congress Amsterdam, 2022. ISBN 978-94-92671-16-5.
  8. Ouyang W., Sun G., Long G., Liu M., Xu H., Chen Z., Ye Z., Li H., Zhang Y. Adjunctive medical expulsive therapy with tamsulosin for repeated extracorporeal shock wave lithotripsy: a systematic review and meta-analysis // *Int Braz J Urol*. 2021 Jan-Feb;47(1):23-35. doi: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2020.0093.
  9. Campschroer T., Zhu X., Vernooij R.W.M, Lock M. Alpha-blockers as medical expulsive therapy for ureteral stones // *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;4(4):CD008509. doi: 10.1002/14651858.CD008509.pub3
  10. Canda A.E., Turna B., Cinar G.M., Nazli O. Physiology and pharmacology of the human ureter: basis for current and future treatments // *Urol Int*. 2007;78(4):289-98. doi: 10.1159/000100830.
  11. Gargin V., Radutny R., Titova G., Bibik D., Kirichenko A., Bazhenov O. Application of the computer vision system for evaluation of pathomorphological images // 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology, ELNANO 2020 - Proceedings; 2020. 469-473, doi:10.1109/ELNANO50318.2020.9088898.
  12. Alekseeva V., Lupyr A., Urevich N., Nazaryan R., Gargin V. Significance of anatomical variations of maxillary sinus and ostiomeatal components complex in surgical treatment of sinusitis // *Nov Khir*. 2019;27(2):168-76.
  13. Muller C. Antibiotics and Antimicrobials Resistance: Mechanisms and New Strategies to Fight Resistant Bacteria // *Antibiotics (Basel)*. 2022 Mar; 11(3): 400. doi: 10.3390/antibiotics11030400
  14. Trullas J.C., Mocroft A., Cofan F., et al. Dialysis and renal transplantation in HIV-infected patients: a European survey // *J Acquir Immune Defic Syndr*. 2010;55(5):582-589. doi:10.1097/QAI.0b013e3181efbe59
  15. Romaniuk A., Sikora V., Lyndin M., et al. The features of morphological changes in the urinary bladder under combined effect of heavy metal salts // *Interv Med Appl Sci*. 2017;9(2):105-111. doi:10.1556/1646.9.2017.2.09
  16. Chumachenko D., Chumachenko T. Intelligent Agent-Based Simulation of HIV Epidemic Process // *Adv Intell Sys Comput*. 2020;1020:175-188. doi: 10.1007/978-3-030-26474-1\_13
  17. Romaniuk A., Lyndin M., Lyndina Y., Sikora V., Hrintsova N., Timakova O., Gudymenko O., Gladchenko O. Changes in the Hematopoietic System and Blood Under the Influence of Heavy Metal Salts Can Be Reduced with Vitamin E // *Turk Patoloji Derg*. 2018;34(1):73-81. doi: 10.5146/tjpath.2017.01412. PMID: 28984345.
  18. Lazko O., Byshevets N., Kashuba V., Lazakovych Y., Grygus I., Andreieva N., Skalski D. Prerequisites for the development of preventive measures against office syndrome among women of working age // *Phys Educ Theory Methodol*. 2021;21(3):227-34.
  19. Kolupayev S.M., Lesovoy V.N., Andoniev N.M., Berezhnyak E.P., Lisova M.A. Crystal-optical characteristics and features of the mineral composition of urinary tract stones // *Azerbaijan Med J*. 2022(1):111-6.
  20. Hafidz A., Prianto D.A., Hidayat T. Eight-week functional training with ascending amrap model and for time constant load model to increase abdominal muscle strength and maximal oxygen consumption levels in adolescent males // *Phys Educ Theory Methodol*. 2022;22(3):366-72.
  21. Kolupayev S.M., Yaroslavskaya J.J., Mikhailenko N.M., Gargin V.V., Lisovyi V.M. Peculiarities of the immunological status in stone formation of combined localization // *Azerbaijan Med J*. 2021;2021(4): 50–56.
  22. Reed T., Cohen Kadosh R. Transcranial electrical stimulation (tES) mechanisms and its effects on cortical excitability and connectivity // *J Inherit Metab Dis*. 2018 Jul 13;41(6):1123–30. doi: 10.1007/s10545-018-0181-4.
  23. Aliev M.G., Museibov E.A. The structure of infectious and inflammatory complications of urolithiasis treatment // *Azerbaijan Med J*. 2020;2020(1):139-145.
  24. Khmiz T., Tkachenko M., Kovalenko N., et al. Importance of antimicrobial factors for microbiocenosis and local immunity of the oral cavity in children with mucoviscidosis // *Pol Merkur Lekarski*.

2022;50(297):190-194.

25. Dikiy N.P., Lisovoy V.N., Berezhnyak E.P., Kolupayev S.M., Lyashko Y.V., Medvedeva E.P., et al. Analysis of uranium mobility and concentration process in objects of environment and patients' kidney stones in Kharkiv region // Probl Atomic Sci Technol. 2021;133(3):119-122.

**Kolupayev S.M.<sup>1,2</sup>, Lesovoy V.N.<sup>1,2</sup>, Andoniev N.M.<sup>1,2</sup>, Tovazhnyanska O.L.<sup>1</sup>,  
Heletka O.O.<sup>1</sup>, Chernyak M.E.<sup>1</sup>, Gargin V.V.<sup>1,3</sup>**

## **TRANSLUMBAR ELECTRICAL IMPULSE STIMULATION OF PERISTALTIC ACTIVITY OF THE URETER IN PATIENTS WITH URETEROLITHIASIS**

<sup>1</sup>*Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine;* <sup>2</sup>*Regional Medical Clinical Center  
of Urology and Nephrology named after V. Shapoval, Kharkov, Ukraine;*

<sup>3</sup>*Kharkiv International Medical University, Kharkiv, Ukraine*

**Summary.** The article presents the results of a study conducted in order to study the effect of translumbar electrical impulse stimulation of the pacemaker zone of the renal pelvis and pyeloureteral segment on the peristaltic activity of the ureter in patients with ureterolithiasis.

The study included 54 patients aged 22-67 years, 31 men and 23 women with ureteral stones. The size of the stones varied in the range of 4-7 mm, single stones occurred in 40 (74.1%) patients, multiple – in 14 (25.9%) patients. After assessing the initial frequency of ureteral emissions in patients with ureterolithiasis, translumbar electrical impulse stimulation was performed on the side of obstruction using an electromyograph according to the original method.

During the study, a change in the peristaltic activity of the ureter was established. The impact was well tolerated by patients. There were no changes in hemodynamic parameters.

Summarizing, translumbar electrical impulse stimulation of the pacemaker zone of the renal pelvis and pyeloureteral segment is an effective method of stimulating the peristaltic activity of the ureter and can be used in a complex of therapeutic measures of expulsive therapy in patients with ureterolithiasis.

### **Автор для корреспонденции:**

**Колупаев Сергей Михайлович** – доцент кафедры урологии, нефрологии и андрологии имени проф. А.Г.Подреза Харьковского национального медицинского университета, Харьков, Украина

**E-mail:** sm\_kolupayev@ukr.net

### **Author for correspondence:**

**Sergey Kolupayev** – associated professor of the Department of Urology, Nephrology and Andrology named after A.Podrez, Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

**E-mail:** sm\_kolupayev@ukr.net