Дата публикации: 1.03.2021
DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_01_5

**УДК 615.825.6**

# ФИЗИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ СУСТАВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКТИВНОЙ МЕХАНОТЕРАПИИ

Шакирова О.В., Стеблий Т.В., Попик С.А., Козявина Н.В., Пальченко А.П.
ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»,
г.Владивосток, Россия

**Ключевые слова:** механотерапия, эндопротезирование суставов, физическая реабилитация.

**Аннотация.** Одной из наиболее развивающихся сфер современных методов профилактики и реабилитации является использование систем механотерапевтических аппаратов, в основу конструкции которых положены биомеханические законы движения суставов. Целью исследования стало экспериментальное обоснование использования средств активной механотерапии в ближайшем послеоперационном периоде у лиц после эндопротезирования тазобедренного сустава. У всех пациентов увеличилась амплитуда движений в суставе, практически вдвое сократилось количество пациентов с сильной и умеренной хромотой. При этом положительная динамика в экспериментальной группе, использовавшей в ближайший послеоперационный период не только пассивную, но и активную механотерапию, была более выраженной, следовательно, процесс восстановления после эндопротезирования суставом занимал меньше времени.

# PHYSICAL REHABILITATION OF PATIENTS AFTER THE JOINT ENDOPROSTHESIS REPLACEMENT USING ACTIVE MECHANOTHERAPY

Shakirova O.V., Stebliy T.V., Popik S.A., Kozyavina N.V., Palchenko A.P.
FSAEI of HE “Far Eastern Federal University”, Vladivostok, Russia

**Key words**: mechanotherapy, joint endoprosthesis replacement, physical rehabilitation

**Annotation.** One of the most developing areas of modern methods of prevention and rehabilitation is the use of mechanotherapy apparatus systems, the design of which is based on biomechanical laws of joint movement. The aim of the

study was the experimental substantiation of the use of active mechanotherapy in the nearest postoperative period in patients after the hip joint endoprosthesis replacement. In all patients, the amplitude of movements in the joint increased, the number of patients with severe and moderate limp almost halved. At the same time, the positive dynamics in the experimental group, which used not only passive but also active mechanotherapy in the nearest postoperative period, was more pronounced, therefore, the process of recovery after the joint endoprosthesis replacement, took less time.

**Введение.** По данным Всемирной организации здравоохранения, в настоящее время в мире ежегодно выполняется свыше 1,5 миллионов операций по поводу эндопротезирования тазобедренного сустава [4]. Восстановлению опорно-динамической функции у пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава способствует механотерапия, необходимая для восстановления безболезненных движений в смежных суставах, ускорения процессов репарации и достижения положительного функционального результата [2, 6, 10, 12, 14]. Обеспечение техническими биоинженерными средствами реабилитации является частью реализации комплекса мероприятий по улучшению качества жизни инвалидов. Одной из наиболее развивающихся сфер современных методов профилактики и реабилитации является использование систем механотерапевтических аппаратов, в основу конструкции которых положены биомеханические законы движения суставов [7, 11]. Целью исследования стало экспериментальное обоснование использования средств активной механотерапии в ближайшем послеоперационном периоде у лиц после эндопротезирования тазобедренного сустава.

**Методы и организация исследования.** Исследование проводилось на базе Центра восстановительной медицины и реабилитации Медицинского центра Дальневосточного федерального университета. Под нашим наблюдением находились 22 пациента в ближайший послеоперационный период (5-7 дней) после эндопротезирования тазобедренных суставов, в возрасте 44-62 лет, которые были разделены на экспериментальную (ЭГ) и контрольную (КГ) группы, по 11 человек в каждой. Для восстановительного лечения пациентов ЭГ был разработан комплекс с использованием, помимо лечебной физической культуры (ЛФК) и физиотерапевтических процедур, тренажеров пассивной механотерапии Kinetec Spectra и активно-пассивной механотерапии Thera-Vital. В КГ пациенты занимались по традиционной программе реабилитации, включающей ЛФК в сочетании с

физиотерапевтическими процедурами и пассивной механотерапией. Длительность реабилитационного курса составила 14 дней. Действие Kinetec Spectra DC основано на Continuous Passive Motion (CPM) – терапии суставов нижних конечностей – увеличение подвижности изолированного сустава путем дозированного растяжения тканей, при условии мышечного расслабления. Kinetec Spectra позволяет пассивно сгибать тазобедренный сустав в диапазоне от 0° до 120° с разными программами, скоростью и паузами. Продолжительность стандартной процедуры составляет 20 минут. Активная механотерапия с использованием механотерапевтического аппарата активно-пассивного действия Thera-Vital также была направлена на разработку ТБС в функции сгибания-разгибания, но уже активного. Программы представлены в игровой форме, что является дополнительной мотивацией для пациентов. В процессе тренировки контролируются и обрабатываются: продолжительность тренировки без пауз, активность, симметричность, дистанция и расход калорий. Для 1-го дня была выбрана программа «Ортопедия» продолжительностью 6 минут по принципу минимальной нагрузки и необходимости диагностики реакции пациента на активную механотерапию. На дисплее во время занятия отображается процентное соотношение активности каждой конечности. Пациент наглядно оценивает активность каждой ноги и может её корректировать, поднимая столбик активности. Для второго дня реабилитации была выбрана 6-минутная программа «Вратарь», представляющая собой виртуальную игру. Вратарь движется в верхний угол ворот, если пациент крутит педали быстрее, и движется вниз, если пациент притормаживает. Активность конечностей показывают только по завершению. Для занятий на 3-ий день реабилитации была оставлена та же программа с добавлением нагрузки (+1 кг) и времени (+1 минута). Для 4-го и 5-го дней были подготовлены программы «Ёж» и «Автомобиль», схожие по принципу работы, когда пациенту необходимо совершать активные круговые движения обеими конечностями. В оставшийся период реабилитации происходило чередование программ с постепенным добавлением нагрузки и продолжительности. В обеих группах активно использовалась тредмил-терапия с разгрузкой веса до 35,0-50,0% для восстановления функции ходьбы и формирования правильного стереотипа походки.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Оценка качества лечения, несомненно, зависит не только от физического, но и от психологического состояния человека, рассчитывающего на улучшение своего здоровья вследствие той или иной перенесенной им операции [3, 13].

При проведении предварительного анкетирования выяснилось, что 13,6% пациентов оценивали свое состояние как плохое, 86,3% сообщили о снижении двигательной активности, более 36,0% респондентов отметили ухудшение сна, 27,0% заявили, что нуждаются в посторонней помощи. Таким образом, качество жизни пациентов сразу после операции по эндопротезированию тазобедренного сустава значительно ухудшается по сравнению с их нормальным образом жизни [1, 8, 9, 15]. Тестирование по шкале Лекена позволило оценить степень выраженности ограничения жизнедеятельности пациентов при поступлении в реабилитационный центр (таблица 1). В среднем суммарный индекс ограничения жизнедеятельности составил 12,5, что соответствовало резко выраженной степени ограниченности жизнедеятельности по шкале Лекена.

Таблица 1

Оценка ограничения жизнедеятельности после эндопротезирования тазобедренного сустава по индексу Лекена до начала эксперимента (n=22)

| Параметр оценивания | Определение | Количество пациентов, % |
|---|---|---|
| Боль или дискомфорт во время ночного отдыха | Нет | 13,6 |
| | Только при движении или в определенных положениях | 63,6 |
| | Без движения | 22,7 |
| Боль при ходьбе | Нет | 4,5 |
| | Только через какое-то время | 68,1 |
| | «Стартовая» боль | 27,4 |
| Максимальная дистанция передвижения | Более 1 км | 13,6 |
| | Около 1 км (8-15 минут) | 22,7 |
| | От 500 до 900 м | 45,4 |
| | От 300 до 500 м | 18,1 |
| Дополнительные средства опоры | Две трости или костыли | 100 |
| Можете ли Вы преодолеть обычный пролет лестницы? | С небольшим трудом | 18,1 |
| | С трудом | 31,8 |
| | С большим трудом | 50,1 |
| Можете ли Вы сесть в автомобиль и выйти из него? | С трудом | 36,3 |
| | С большим трудом | 63,6 |

Результат, полученный при оценке функционального состояния тазобедренного сустава (ТБС) пациентов по шкале Харриса в среднем составил 52,7 балла, что соответствовало неудовлетворительной оценке. При тестировании по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) 14 человек оценили свои болевые ощущения как умеренные, 5 человек – как слабые, и 3 – как сильные и очень сильные. ВАШ представляет собой линию длиной 10 см, нарисованную на чистом листе бумаги, где 0 см соответствует «боли нет», правая точка (10 см) – «боль самая нестерпимая» (рис.1). Пациент должен поставить точку в соответствии с испытываемыми болевыми ощущениями [5]. Таким образом, при поступлении в реабилитационный центр пациенты имели выраженные ограничения жизнедеятельности, испытывали боль и дискомфорт и, в целом, оценивали своё состояние как неудовлетворительное. Для оценки эффективности предлагаемого комплекса с использованием механотерапевтического аппарата активно-пассивного действия было проведено повторное изучение функционального состояния пациентов после окончания курса реабилитации.

Рис. 1. Визуально-аналоговая шкала оценки интенсивности болевого синдрома

**Заключение.** При опросе выяснилось, что никто из пациентов, прошедших курс реабилитации, не отметил при выписке общего плохого самочувствия. В ЭГ достоверно повысилась двигательная активность пациентов, улучшилось качество сна. Никто из пациентов по окончании курса реабилитации не предъявлял жалобы на сильные болевые ощущения. При этом в ЭГ количество пациентов с отсутствием болевого синдрома или его слабыми проявлениями составило больше половины (63,6%), в КГ таких пациентов было меньше – 45,4%. При проведении повторной оценки ограничения жизнедеятельности по шкале Лекена суммарный индекс в ЭГ составил 5,5±0,5, что соответствовало умеренному ограничению

жизнедеятельности, в КГ – 7,0±0,3, при этом у некоторых пациентов наблюдалось выраженное ограничение жизнедеятельности. В обеих группах значительно снизилась интенсивность болевого синдрома. При этом в ЭГ «стартовую» боль при ходьбе отмечали меньше пациентов, чем в КГ, более половины опрошенных в ЭГ не испытывали боли или дискомфорта во время ночного отдыха, в КГ таких пациентов было только 27,0%. Все пациенты отмечали увеличение максимальной дистанции передвижения, в том числе, и по лестницам. При обследовании выписывающихся пациентов с использованием шкалы Харриса выяснилось, что средний результат в ЭГ был почти на 5 баллов выше, чем в КГ, составив 76,1±0,7, что соответствовало удовлетворительной оценке функции сустава. При этом у нескольких пациентов в ЭГ функция эндопротезированных суставов оценивалась как хорошая, в КГ хороших результатов не было. У всех пациентов увеличилась амплитуда движений в суставе, практически вдвое сократилось количество пациентов с сильной и умеренной хромотой. Специалисты Центра восстановительной медицины и реабилитации отметили, что положительная динамика в ЭГ, использовавшей в ближайший послеоперационный период не только пассивную, но и активную механотерапию, была более выраженной, следовательно, процесс восстановления после эндопротезирования суставом занимал меньше времени.

Следовательно, использование средств активной механотерапии в ближайшем послеоперационном периоде после эндопротезирования тазобедренного сустава у всех пациентов способствовало увеличению амплитуды движений в суставе, а также сокращению количества пациентов с сильной и умеренной хромотой.

## Список литературы

1. Балагурова Г.Г. Исходы лечения больных с переломами шейки бедренной кости / Г.Г. Балагурова, С.Н. Редков // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СОРАМН. – 2015. – № 7. – С. 223-225.

2. Балкарова Е.О. Лечебная физическая культура при коксартрозе / Е.О. Балкарова, Е.Э. Блюм, Ю.Е. Блюм // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2015. – № 2. – 42 с.

3. Белова А.Н. Шкалы, тесты и опросники в медицинской реабилитации: руководство для врачей и научных работников. / А.Н. Белова // М.: Антидор. – 2017. – 310 с.

4. Батышева Т.Т. Системный функциональный подход к восстановительному лечению больных с двигательной патологией / Т.Т.

Батышева, Д.В. Скворцов // Вестник восстановительной медицины. – 2011. – № 2 (24). – С. 4-8.

5. Гайгер Г. Механизмы и стадии хронизации боли / Г. Гайгер // Лечебная физическая культура и спортивная медицина. – 2011. – № 3(87). – С. 54.

6. Довгань В.И. Механотерапия / В.И. Довгань, И.Б. Темкин // М: Медицина. – 2014. – 128 с.

7. Каптелин А.Ф. Лечебная физическая культура в системе медицинской реабилитации / А.Ф. Каптелин, И.П. Лебедева // М.: Медицина. – 2015. – 370 с.

8. Кузьмин А.М. Качество жизни больных с последствиями перелома шейки бедренной кости / А.М. Кузьмин, И.В. Кирпичев // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.

9. Решетников А.Н., Павленко Н.Н. Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава при диспластическом коксартрозе / А.Н. Решетников, Н.Н. Павленко // Вестник Тамбовского государственного университета. – 2014. – № 3. – С. 901.

10. Рукавицын А.Н. Механотерапевтическое реабилитационное устройство для нижних конечностей человека / А.Н. Рукавицын, И.А. Яковлев // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 9. – С. 14-16.

11. Рябчиков И.В. Исследование баланса пациентов после оперативного лечения переломов проксимального отдела бедренной кости в процессе медицинской реабилитации / И.В. Рябчиков, И.О. Панков // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3.

12. Рябчиков И.В. Пассивная механотерапия в реабилитации пациентов с повреждениями крупных суставов нижних конечностей / И.В. Рябчиков, И.О. Панков // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2013. – № 4 (80). – С. 168-170.

13. Сидорова Г.В. Оценка реабилитационного потенциала пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава / Г.В. Сидорова, Л.Г. Гаркуша, Н.В. Алексеева // Acta Biomedica Scientifica. – 2015. – № 6. – С. 45-49.

14. Уварова Н.П. Экзоскелеты: настоящее и будущее / Н.П. Уварова, И.А. Яковлев, А.Н. Рукавицын // Наука и инновации – 2012: Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 65-72.

15. Шигарев В.М. Эволюция лечения переломов шейки бедренной кости / В.М. Шигарев, В.Н. Тимофеев // Гений ортопедии. – 2015. – № 13. – С. 27-29.

## References

1. Balagurova G.G. Outcomes of treatment of patients with femoral neck fractures / G.G. Balagurova, S.N. Redkov // Bulletin of the East Siberian Scientific Center. – 2015. – № 7. – P. 223-225.

2. Bakarova E.O. Therapeutic physical culture for coxarthrosis / E.O. Bakarova, E.E. Blum, Y.E. Blum // Questions of Resortology, Physiotherapy and Therapeutic Physical Culture. – 2015. – № 2. – 42 p.

3. Belova A.N. Scales, tests and questionnaires in medical rehabilitation: a guide for doctors and researchers / Belova A.N. // M.: Antidor. – 2017. – 310 p.

4. Batysheva T.T. A systemic functional approach to the restorative treatment of patients with motor pathology / T.T. Batysheva, D.V. Skvortsov // Bulletin of Restorative Medicine. – 2011. – № 2 (24). – P. 4-8.

5. Guyger G. Mechanisms and stages of pain chronicling / G. Guyger // Therapeutic Physical Education and Sports Medicine. – 2011. – № 3(87). – P. 54.

6. Dovgan' V.I. Mechanotherapy / V.I. Dovgan', I.B. Temkin // M.: Medicine. – 2014. – 128 p.

7. Kaptelin A.F., Lebedeva I.P. Therapeutic physical culture in the medical rehabilitation system. / A.F. Kaptelin, I.P. Lebedeva // M.: Medicine. – 2015. – 370 p.

8. Kuz'min A.M. Quality of life of patients with the consequences of a fractured femoral neck / A.M. Kuz'min, I.V. Kirpichev // Modern problems of science and education. – 2014. – № 6.

9. Reshetnikov A.N. Total hip joint endoprosthetics in dysplastic coxarthrosis / A.N. Reshetnikov, N.N. Pavlenko // Bulletin of Tambov State University. – 2014. – № 3. – P. 901.

10. Rukavitsyn A.N. Mechanotherapeutic rehabilitation device for human lower extremities / A.N. Rukavitsyn, I.A. Yakovlev // Modern Knowledge-intensive Technologies. – 2013. – № 9. – P. 14-16.

11. Ryabchikov I.V. Study of patient balance after operative treatment of proximal femoral fractures in the process of medical rehabilitation / I.V. Ryabchikov, I.O. Pankov // Modern Problems of Science and Education. – 2013. – № 3.

12. Ryabchikov I.V. Passive mechanotherapy in the rehabilitation of patients with injuries of large joints of the lower extremities / I.V. Ryabchikov, I.O. Pankov // Bulletin of the East Siberian Scientific Center. – 2013. – № 4 (80). – P. 168-170.

13. Sidorova G.V. Evaluation of rehabilitation potential of patients after hip endoprosthetics / G.V. Sidorova, L.G. Garkusha, N.V. Alekseeva // Acta Biomedica Scientifica. – 2015. – № 6. – P. 45-49.

14. Uvarova N.P. Exoskeletons: present and future / N.P. Uvarova, I.A. Yakovlev, A.N. Rukavitsyn // Science and Innovation – 2012: Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference. – 2013. – P. 65-72.

15. Shigarev V.M. Evolution of treatment of femoral neck fractures / V.M. Shigarev, V.N. Timofeev // Genius of orthopedics. – 2015. – № 13. – P. 27-29.

**Spisok literatury**

1. Balagurova G.G. Iskhody lecheniya bol'nykh s perelomami shejki bedrennoj kosti/ G.G. Balagurova, S.N. Redkov // Byuleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra SORAMN. – 2015. – № 7. – S. 223-225.

2. Bakarova E.O. Lechebnaya fizicheskaya kul'tura pri koksartroze / E.O. Bakarova, E.E. Blum, Y.E. Blum // Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoj kul'tury. – 2015. – № 2. – 42 s.

3. Belova A.N. Shkaly, testy i oprosniki v meditsinskoj reabilitatsii: rukovodstvo dlya vrachej i nauchnykh rabotnikov / Belova A.N. // M.: Antidor. – 2017. – 310 s.

4. Batysheva T.T. Sistemny funktsional'ny podkhod k vosstanovitel'nomu lecheniyu bol'nykh s dvigatel'noj patologiyej / T.T. Batysheva, D.V. Skvortsov // Vestnik vosstanovitel'noj meditsiny. – 2011. – № 2 (24). – S. 4-8.

5. Guyger G. Mekhanizmy I stadia khronizatsii boli / G. Guyger // Lechebnaya fizicheskaya kul'tura i sportivnaya meditsina. – 2011. – № 3(87). – S. 54.

6. Dovgan' V.I. Mekhanoterapiya / V.I. Dovgan', I.B. Temkin // M.: Medistsina. – 2014. – 128 s.

7. Kaptelin A.F. Lechebnaya fizicheskaya kul'tura v sisteme meditsinskoj reabilitatsii/ A.F. Kaptelin, I.P. Lebedeva // M.: Meditsina. – 2015. – 370 s.

8. Kuz'min A.M. Kachestvo zhizni bol'nykh s posledstviyami pereloa shejki bedrennoj kosti / A.M. Kuz'min, I.V. Kirpichev // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2014. – № 6.

9. Reshetnikov A.N. Total'noye endoprotezirovaniye tazobedrennogo sustava pri displasticheskom koksartroze / A.N. Reshetnikov, N.N. Pavlenko // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2014. – № 3. – S. 901.

10. Rukavitsyn A.N. Mekhanoterapevticheskoye reabilitatsionnoye ustrojstvo dlya nizhnikh konechnostej cheloveka/ A.N. Rukavitsyn, I.A. Yakovlev // Sovremennye naukoyomkiye tekhnologii. – 2013. – № 9. – S. 14-16.

11. Ryabchikov I.V. Issledovaniye balansa patsientov posle operativnogo lecheniya perelomov proksimal'nogo otdela bedrennoj kosti v protsesse medistinskoj reabilitatsii / I.V. Ryabchikov, I.O. Pankov // Sovremennye problem nauki i obrazovaniya. – 2013. – № 3.

12. Ryabchikov I.V. Passivnaya mekhanoterapiya v reabilitatsii patsientov s povrezhdeniyami krupnykh sustavov nizhnikh konechnostej / I.V. Ryabchikov, I.O. Pankov // Byulleten' VSNTS SORAMN. – 2013. – № 4 (80). – S. 168-170.

13. Sidorova G.V. Otsenka reabilitatsionnogo potentsiala patsientov posle endoprotezirovaniya tazobedrennogo sustava / G.V. Sidorova, L.G. Garkusha, N.V. Alekseeva // Acta Biomedica Scientifica. – 2015. – № 6. – S. 45-49.

14. Uvarova N.P. Ekzoskelety: nastoyachshee i budushchee / N.P. Uvarova, I.A. Yakovlev, A.N. Rukavitsyn // Nauka i innovatsii – 2012: Materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferentsii. – 2013. – S. 65-72.

15. Shigarev V.M. Evolyutsiya lecheniya perelomov shejki bedrennoj kosti / V.M. Shigarev, V.N. Timofeev // Genij ortopedii. – 2015. – № 13. – S. 27-29.

**Сведения об авторах: Ольга Викторовна Шакирова** – доцент, доктор медицинских наук, директор Департамента физической культуры и спорта ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, e-mail: shakirova.ov@dvfu.ru; **Татьяна Викторовна Стеблий** – кандидат педагогических наук, доцент Департамента физической культуры и спорта ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, stebliy.tv@dvfu.ru; **Сергей Алексеевич Попик** – кандидат педагогических наук, доцент Департамента физической культуры и спорта ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», e-mail: popik.sa@dvfu.ru; **Нина Валентиновна Козявина** – кандидат медицинских наук, доцент Департамента физической культуры и спорта ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, e-mail: kozyavina.nv@dvfu.ru: **Александр Петрович Пальченко** – доцент, доцент Департамента физической культуры и спорта ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, e-mail: palchenko.ap@dvfu.ru.

**Information about the authors: Olga Viktorovna Shakirova –** Associate Professor, Doctor of Medical Sciences, Director of the Department of Physical Culture and Sports of the FSAEI of HE "Far Eastern Federal University", Vladivostok, e-mail: shakirova.ov@dvfu.ru; **Tatyana Viktorovna Steblij** – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Culture and Sports of the FSAEI of HE "Far Eastern Federal University", Vladivostok, e-mail: stebliy.tv@dvfu.ru; **Sergej Alekseevich Popik** – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Culture and Sports of the FSAEI of HE "Far Eastern Federal University", Vladivostok, e-mail: popik.sa@dvfu.ru;**Nina Valentinovna Kozyavina** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical

Culture and Sports of the FSAEI of HE “Far Eastern Federal University”, Vladivostok, e-mail: kozyavina.nv@dvfu.ru; **Aleksandr Petrovich Pal’chenko** – Associate Professor of the Department of Physical Culture and Sports of the FSAEI of HE “Far Eastern Federal University”, Vladivostok, e-mail: palchenko.ap@dvfu.ru.