

**УДАЛЁННЫЙ МОНИТОРИНГ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ  
ТРАВМАТОЛОГО-ОРТОПЕДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ**

© А.В. Федосеев<sup>1</sup>, А.В. Алпатов<sup>2,3</sup>, А.А. Чекушин<sup>1</sup>, М.С. Ашاپкина<sup>2,3</sup>

Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова,  
Рязань, Российская Федерация (1)  
ООО «БИОТЕХПРОДАКТС», Рязань, Российская Федерация (2)  
Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Рязань,  
Российская Федерация (3)

Растущее число травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата обуславливают большую потребность в лечении и последующей реабилитации пациентов. В данной статье описано приложение для смартфона для пациентов с патологией коленного сустава (КС), позволяющее проводить мониторинг пациентов травматолого-ортопедического профиля в амбулаторной практике на основе трехосевого акселерометра смартфона и программного обеспечения. Разработан программный модуль для регистрации и анализа данных с трехосевого акселерометра смартфона. Смартфон использовался в качестве датчика движения. Полученные результаты были интегрированы в прототип мобильного приложения и стали основой для разработки сценариев пользователя и пользовательского интерфейса приложения. Для оценки точности выполнения упражнений выбрано три параметра: синхронность, амплитуда, количество повторов. Приложение для смартфона включает 24 упражнения для пациентов с патологией КС. Приложение зарегистрировано и доступно для свободного скачивания. Выявлена возможность мониторинга результатов состояния пациентов при комплексном лечении остеоартрита (ОА) КС и использовании смартфона в качестве инструмента обратной связи.

**Заключение.** Использование смартфона в качестве инструмента мониторинга при реабилитации ортопедических и травматологических больных возможно, однако остаётся неясным реальное влияние на процесс реабилитации ввиду малого числа наблюдений.

**Ключевые слова:** *остеоартрит; телемедицина; реабилитация, травматология и ортопедия; инерциальные датчики; мобильное приложение.*

**REMOTE MONITORING OF REHABILITATION FOR TRAUMATOLOGICAL  
AND ORTHOPEDIC PATIENTS**

A.V. Fedoseev<sup>1</sup>, A.V. Alpatov<sup>2,3</sup>, A.A. Chekushin<sup>1</sup>, M.S. Ashapkina<sup>2,3</sup>

Ryazan State Medical University, Ryazan, Russian Federation (1)  
BioTechProducts, Ryazan, Russian Federation (2)  
V.F. Utkin Ryazan State Radio Engineering University (3)

The growing number of injuries and diseases of the musculoskeletal system creates a great need for treatment and subsequent rehabilitation of patients. In the given article a smartphone application for patients with pathology of the knee joint is described based on a three-axis accelerometer

and software program that permits monitoring traumatological and orthopedic patients in outpatient conditions.

A program module has been developed for record and analysis of data from a three-axis accelerometer of smartphone. A smartphone is used as a motion sensor.

The obtained results are integrated into the mobile application prototype and became the basis for development of user's scenarios and user interface of the application. To evaluate the accuracy of exercises, three parameters were chosen: synchrony, amplitude and number of repetitions. The application includes 24 exercises for patients with pathology of the KJ. The application is registered and available for free download. A possibility for monitoring the condition of patients in the complex treatment of KJ osteoarthritis with use of smartphone as a feedback tool is substantiated.

**Conclusion.** It is possible to use a smartphone as a monitoring tool in the rehabilitation of traumatological and orthopedic patients, but the real influence on the rehabilitation process remains unclear due to a small number of observations.

**Keywords:** *osteoarthritis; telemedicine; rehabilitation; traumatology and orthopaedics; inertial sensors; mobile application.*

В мире наблюдается устойчивая тенденция роста числа заболеваний суставов, в том числе остеоартрита (ОА) крупных суставов конечностей [1-3]. Так прогнозируемая распространённость ОА в США по данным Центра по контролю и профилактике заболеваний (CDC) составит к 2040 г. 25,9% против 22,7% в 2012 г. среди взрослого населения [4]. Тенденция роста заболеваний опорно-двигательного аппарата наблюдается уже давно, по крайней мере, с середины 20 столетия. Со времени наступления индустриального периода развития человечества число лиц с ОА увеличилось вдвое – с 8 до 16% [5]. Таким образом, социальная нагрузка по реабилитации пациентов с ОА будет возрастать.

Среди факторов риска ОА выделяют возраст, женский пол, сердечно-сосудистые заболевания, ожирение, малоподвижный образ жизни, отягощенную наследственность, бедность, травмы [6,7].

Важнейшим направлением в реабилитации пациентов с ОА является уменьшение модифицируемых факторов риска. К нему относятся нормализация индекса массы тела, липидограммы, увеличение физической активности, контроль за артериальным давлением, профилактика травматизма, а также повышение образованности пациентов.

Около половины всех пациентов с ОА нуждаются в реабилитации в стационарных условиях, и все 100% пациентов с ОА

нуждаются в амбулаторной реабилитации [8]. Адекватная физическая нагрузка является ключевым моментом для реабилитации пациентов с ОА и относится к доступным практически каждому пациенту методам. Например, ежедневное прохождение 6000 шагов в день может считаться оптимальным для пациентов с ОА [9].

Физическая реабилитация, включая лечебную физкультуру, возможна в двух вариантах в зависимости от применяющегося оборудования: стационарная и амбулаторная. Стационарный вариант дорог и неизбежно заканчивается рано или поздно, поэтому важно создание простых и эффективных средств персонификации и мониторинга реабилитации при ОА. Реализовать это можно путём использования относительно недорогих и широко распространённых беспроводных технологий – носимых беспроводных сенсоров, передачи данных через Bluetooth и Интернет [10]. Это позволяет собирать данные о физиологических параметрах и двигательной активности человека, а также делать выводы о наличии и эффективности реабилитации [11].

Сенсоры реализуются либо на платформе смартфонов, либо в виде небольших девайсов размером с наручные часы. В основе их тех, и других – акселерометр, магнетометр, гироскоп, которые позволяют оценить движения как сегмента конечности, так и походку в целом [12]. Последняя

представляет собой интегральный показатель, и уменьшение вариабельности походки свидетельствует о положительной динамике в реабилитации пациента [13].

Удалённые онлайн- и офлайн-сервисы позволяют пациентам проводить самодиагностику благодаря существующим опросникам для пациентов – WOMAC, KOOS, Foot & Ankle Disability Index и т.п., что может дать импульс для начала лечения и также служит оценочным механизмом реабилитации.

Еще одним существенным плюсом использования IT-технологий является возможность обучения и обратной связи с пациентом, так как это создаёт дополнительную мотивацию для них [14].

Таким образом, объединение носимого сенсора и смартфона единым приложением теоретически позволяет широко проводить диагностику и самодиагностику ОА, планировать реабилитацию, при наличии обратной связи – профессионально оценивать её результаты, а также создавать условия для повышения комплаентности пациента к лечению ОА.

*Цель* – создание системы упражнений для коленного сустава в виде приложения для смартфона, позволяющего, в том числе регистрировать ежедневную физическую

активность пациента, а также передавать полученные данные удалённо путём сети Интернет для мониторинга процесса реабилитации пациента.

Нами было разработано мобильное приложение, включающее комплекс упражнений из 24 упражнений для коленного сустава на суше лёжа, сидя и стоя.

*Измерение тяжести ОА и варьирование степени нагрузки при выполнении упражнений.*

Приложение включает измерительный инструмент в виде модифицированного теста Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), состоящего из 31 вопроса для определения тяжести симптомов ОА коленного сустава. Далее пользователю предлагается комплекс упражнений длительностью 1 месяц, по три тренировки в день – утром, в обед и вечером общей длительностью около 20 минут. Каждое упражнение также можно выполнить в режиме контроля правильности, выбрав любое из общего списка без привязки к очередной тренировке, в удобное время. Также можно понизить или повысить степень нагрузки, если первоначальный уровень вызывает затруднения или переносится без проблем соответственно (рис. 1).

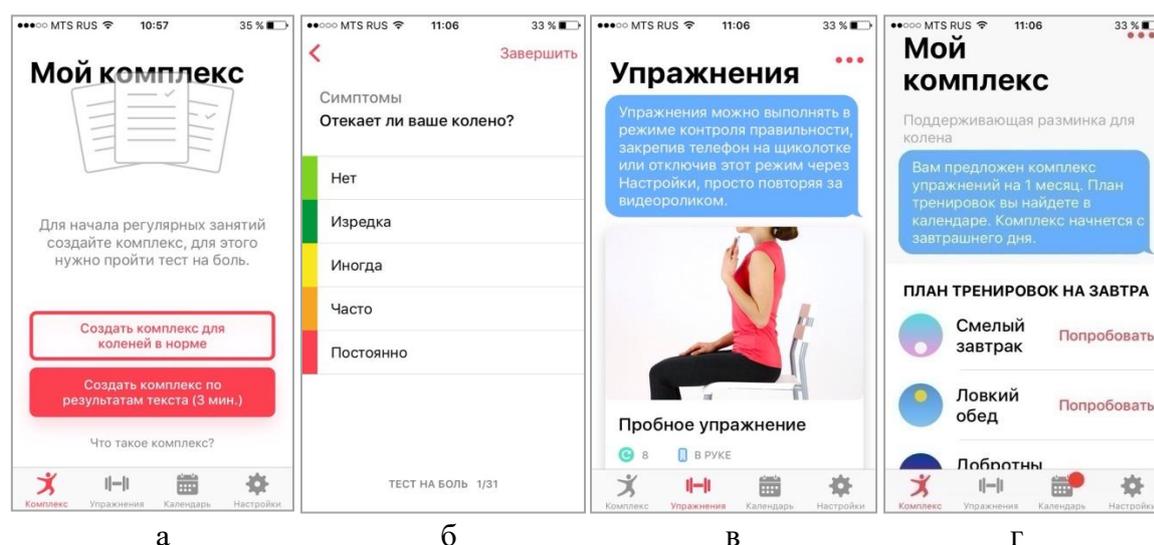


Рис. 1. Внешний вид вкладок приложения, отвечающих за формирование комплекса и выбор упражнений: а) выбор комплекса упражнений без тестирования и после тестирования; б) тестирование; в) выбор упражнения из общего списка; г) выбор упражнений из индивидуального комплекса

### Выполнение упражнений и регистрация результатов

После формирования комплекса или свободного выбора упражнения смартфон закрепляется с помощью чехла на внешней стороне либо удерживается рукой. Для каждого упражнения имеются эталонные движения, а сами упражнения записаны в виде роликов. Пользователь ожидает

голосовой команды, а затем выполняет движения синхронно с ней. Инерциальные датчики смартфона позволяют рассчитать угла ориентации, полученные данные обрабатываются приложением, анализируется правильность траекторий, оцениваются амплитуда движений, синхронность, фиксируется факт повтора итерации.

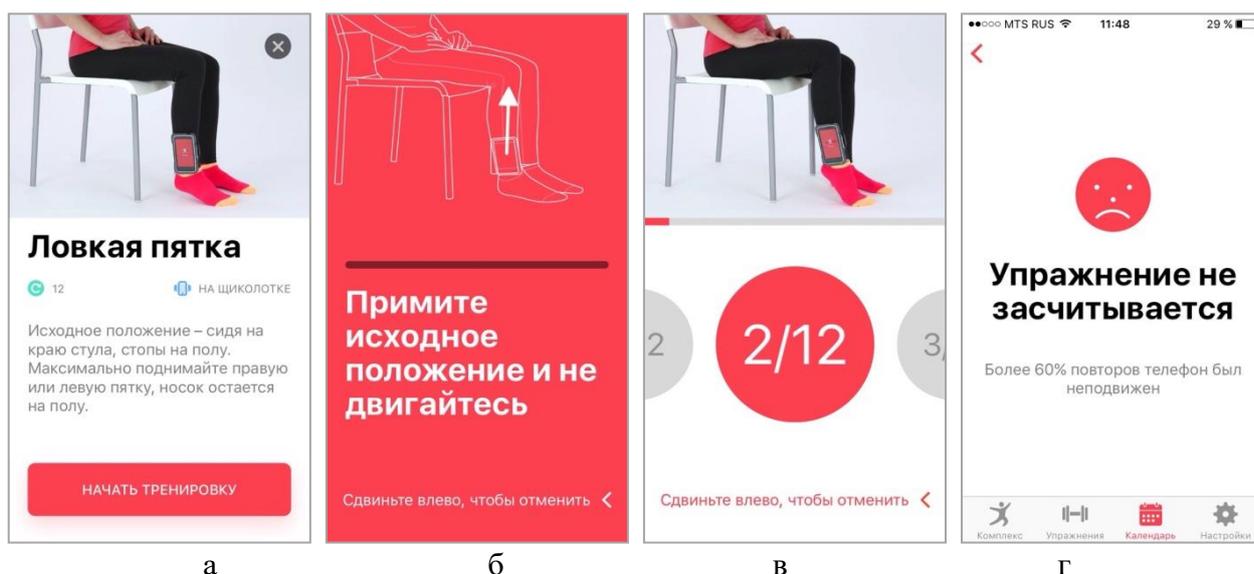


Рис. 2. Внешний вид вкладок приложения, отвечающих за выполнение упражнений:

- а) демонстрация упражнения; б) принятие исходного положения;  
в) выполнение упражнения; г) оценка результата тренировки

Приложение зарегистрировано в магазине приложений App Store и доступно в телекоммуникационной сети Интернет. С момента регистрации 25 октября

2018 г. пользователями выполнено 957 загрузок, порядка 30 пользователей являются активными пользователями приложения (рис. 3).

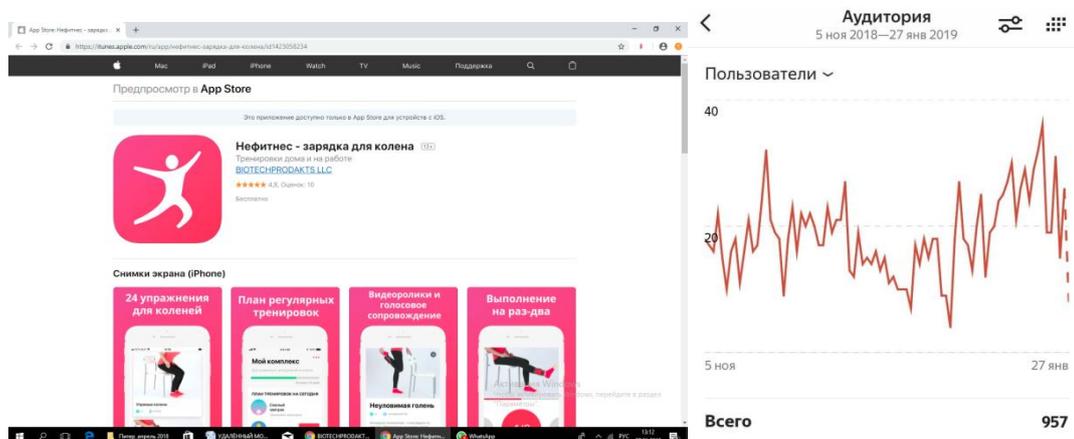


Рис. 3. Внешний вид страницы приложения в AppStore и активность пользователей приложения

В настоящее время использование телекоммуникационных технологий в медицине широко представлено в мире. В России Федеральным Законом «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья» от 29 июля 2017 г. определена возможность использования телемедицинских технологий только после очного осмотра, а также очного либо заочного подписания информированного согласия пациента на проведение диагностических и лечебных мероприятий. Также необходимы соблюдение врачебной тайны и защита персональных данных пациента. Для идентификации пациента и доктора необходима регистрация в Единой государственной информационной системе, которая представляет собой совокупность порядка 37 информационных систем в виде сайтов, программ, регистров и реестров [15,16]. Данные обстоятельства делают быструю регистрацию приложения в качестве медицинского телекоммуникационного приложения затруднительной, тем не менее, возможно использование приложения в качестве инструмента оценки симптомов ОА и реабилитации пациентов после очного обследования и составления программы реабилитации [16]. Это непреложное правило очного осмотра закреплено законом и сводит к минимуму диагностические ошибки вследствие некомпетентности пациента, а также неверного трактования им телемедицины как способа заменяющего очное посещение доктора. Дальнейший прогресс интеграции информационных систем будет важным шагом в области телемедицинской ортопедии и ревматологии.

Широкое внедрение мобильного приложения через профильные медицинские учреждения может повысить приверженность пациентов к физической реабили-

тации, и таким образом, улучшить течение ОА. Для этого необходима система оценки эффективности приложения. Ими могут являться показатели возможности самого использования приложения, удовлетворённости пациентов, показатели экономической эффективности [16-18].

Имеющаяся возможность оценки по пятибалльной шкале в рамках самого приложения может быть детализирована и представлена отдельным конгруэнтным опросником, что позволит глубже понять работу с приложением и внести изменения при необходимости.

Эволюция комплексной оценки приложения должна пройти путь от пилотного испытания до рандомизированного исследования [16,18].

Отдельной категорией пациентов, перспективных с точки зрения использования цифровой медицины являются пациенты с установленным диагнозом и готовые к оперативному лечению по поводу патологии коленного сустава коленного сустава. Использование телемедицинских технологий в комплексной подготовке пациентов на дооперационном этапе позволяет снизить вероятность осложнений, а также облегчает послеоперационное восстановление [16,19].

### **Заключение**

Таким образом, приложения для смартфона в виде комплекса упражнений являются закономерным этапом в развитии цифровой медицины. Использование смартфона в качестве инструмента мониторинга при реабилитации ортопедических и травматологических больных возможно, однако остаётся неясным реальное влияние на процесс реабилитации ввиду малого числа наблюдений.

### **Дополнительная информация**

Работа проводилась в рамках гранта в программе «СТАРТ».

### **Литература**

1. Ягудин Р.Х., Шайхутдинов И.И., Рыбкин Л.И. Реабилитация в травматологии: клинико-

организационные обоснования // Практическая медицина. 2015. №4-1(89). С. 211-214.  
2. Лыгина Е.В., Зотова Л.А., Петров В.С., и др. В

- помощь молодому врачу: остеоартрит – легко диагностировать, а как лечить? // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2018. Т. 6, №1. С. 172-180. doi:10.23888/HMJ20181172-180
3. Владимирский А.В., Шадеркин И.А. Телемедицина в системе ОМС: перспектива или реальность // Здоровоохранение. 2015. №11. С. 64-73.
  4. Hootman J.M., Helmick C.G., Barbour K.E., et al. Updated projected prevalence of self-reported doctor-diagnosed arthritis and arthritis-attributable activity limitation among US adults, 2015-2040 // *Arthritis & Rheumatology*. 2016. Vol. 68, №7. P. 1582-1587. doi:10.1002/art.39692
  5. Wallace I., Worthington S., Felson D., et al. Knee osteoarthritis has doubled in prevalence since the mid-20th century // *Proceeding of the National Academy of Science of the USA*. 2017. Vol. 114, №35. P. 9332-9336. doi:10.1073/pnas.1703856114
  6. Liu Y., Zhang H., Liang N., et al. Prevalence and associated factors of knee osteoarthritis in a rural Chinese adult population: an epidemiological survey // *BMC Public Health*. 2016. Vol. 16. P. 94. doi:10.1186/s12889-016-2782-x
  7. Кабалык М.А., Суняйкин А.Б. Клинико-молекулярные взаимосвязи дислипидемии и метаболического фенотипа остеоартрита // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2017. Т. 25, №3. С. 391-398. doi:10.23888/PAVLOVJ20173391-398
  8. Прилипко Н.С., Бантеева М.Н., Полважная Е.Л. Методика определения потребности взрослого населения в медицинской реабилитации // *Менеджер здравоохранения*. 2013. №8. С. 33-45.
  9. White D., Tudor-Locke C., Zhang Y., et al. Daily walking and the risk of incident functional limitation in knee OA: an observational study // *Arthritis Care & Research*. 2014. Vol. 66, №9. P. 1328-1336. doi:10.1002/acr.22362
  10. Majumder S., Mondal T., Deen M.J. Wearable Sensors for Remote Health Monitoring // *Sensors*. 2017. Vol. 17, №1. P. 130. doi:10.3390/s17010130
  11. Ашапкина М.С., Алпатов А.В., Чекушин А.А. Система поддержки выполнения реабилитационных упражнений коленного сустава на базе смартфона // *Биомедицинская радиоэлектроника*. 2018. №8. С. 45-53. doi:10.18127/j5604136-201808-08
  12. Youn I.-H., Youn J.-H., Zeni J.A., et al. Biomechanical Gait Variable Estimation Using Wearable Sensors after Unilateral Total Knee Arthroplasty // *Sensors*. 2018. Vol. 18, №5. P. 1577. doi:10.3390/s18051577
  13. Скворцов Д.В. Клинический анализ движений. Анализ походки. Иваново: Стимул; 1996.
  14. Nicolson P., Bennell K.L., Dobson F.L., et al. Interventions to increase adherence to therapeutic exercise in older adults with low back pain and/or hip/knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis // *British Journal of Sports Medicine*. 2017. Vol. 51, №10. P. 791-799. doi:10.1136/bjsports-2016-096458
  15. Гусев А. Федеральные информационные системы в сфере здравоохранения. Доступно по: <http://www.kmis.ru/blog/federalnye-informatsionnye-sistemy-v-sfere-zdravookhraneniia>. Ссылка активна на 02 января 2019 г.
  16. Алпатов А.В., Ашапкина М.С., Федосеев А.В., и др. Система удаленной физической реабилитации на основе мобильных технологий // *Биомедицинская радиоэлектроника*. 2019. Т. 22, №5. С. 24-33. doi:10.18127/j15604136-201905-03
  17. Piga M., Cangemi I., Mathieu A., et al. Telemedicine for patients with rheumatic diseases: Systematic review and proposal for research agenda // *Seminars in Arthritis and Rheumatism*. 2017. Vol. 47, №1. P. 121-128. doi:10.1016/j.semarthrit.2017.03.014
  18. Huang Z., Pan X., Deng W., et al. Implementation of telemedicine for knee osteoarthritis: study protocol for a randomized controlled trial // *Trials*. 2018. Vol. 19, №1. P. 232. doi:10.1186/s13063-018-2625-4
  19. Chen S., Lach J., Lo B., et al. Toward Pervasive Gait Analysis With Wearable Sensors: A Systematic Review // *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*. 2016. Vol. 20, №6. P. 1521-1537. doi:10.1109/JBHI.2016.2608720

#### References

1. Yagudin RKh, Shaykhutdinov II, Rybkin LI. Rehabilitation in traumatology: clinical and organizational justifications. *Practical Medicine*. 2015;(4-1):211-4. (In Russ).
2. Lyigina EV, Petrov VS, Zotova LA, et al. For young doctor assisting: osteoarthritis – easy to diagnose, how to treat? *Nauka Molodykh (Eruditio Juvenium)*. 2018;6(1):172-80. (In Russ). doi:10.23888/HMJ20181172-180
3. Vladimirskiy AV, SHaderkin IA. Telemeditsina v sisteme OMS: perspektiva ili real'nost'. *Zdravookhraneniye*. 2015;(11):64-73. (In Russ).
4. Hootman JM, Helmick CG, Barbour KE, et al. Updated projected prevalence of self-reported doctor-diagnosed arthritis and arthritis-attributable activity limitation among US adults, 2015-2040. *Arthritis & Rheumatology*. 2016;68(7):1582-7. doi:10.1002/art.39692
5. Wallace I, Worthington S, Felson D, et al. Knee osteoarthritis has doubled in prevalence since the mid-20th century. *Proceeding of the National Academy of Science of the USA*. 2017;114(35):9332-6. doi:10.1073/pnas.1703856114
6. Liu Y, Zhang H, Liang N, et al. Prevalence and associated factors of knee osteoarthritis in a rural Chinese adult population: an epidemiological survey. *BMC Public Health*. 2016;16:94. doi:10.1186/s12889-016-2782-x
7. Kabalyk MA, Sunyaykin AB. Clinical and molecular interrelations of dislipidemia and metabolic phenotype of osteoarthritis. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2017;25(3):391-8. (In Russ). doi:10.23888/PAVLOVJ20173391-398
8. Prilipko NS, Bantjeva MN, Polvajay EL. Method of defining demands of adult population

- in medical rehabilitation. *Menedzher Zdravookhraneniya*. 2013;(8):33-45. (In Russ).
9. White D, Tudor-Locke C, Zhang Y, et al. Daily walking and the risk of incident functional limitation in knee OA: An observational study. *Arthritis Care & Research*. 2014;66(9):1328-36. doi:10.1002/acr.22362
  10. Majumder S, Mondal T, Deen M Wearable Sensors for Remote Health Monitoring. *Sensors*. 2017;17(1):130. doi:10.3390/s17010130
  11. Ashapkina MS, Alpatov AV, Chekushin AA. Support system for performing rehabilitation exercises for knee joint based on smartphone. *Biomedical Radioelectronics*. 2018;(8):45-53. (In Russ). doi:10.18127/j5604136-201808-08
  12. Youn I-H, Youn J-H, Zeni JA, et al. Biomechanical Gait Variable Estimation Using Wearable Sensors after Unilateral Total Knee Arthroplasty. *Sensors*. 2018;18(5):1577. doi:10.3390/s18051577
  13. Skvortsov DV. *Klinicheskiy analiz dvizheniy. Analiz pokhodki*. Ivanovo: Stimul; 1996. (In Russ).
  14. Nicolson P, Bennell KL, Dobson FL, et al. Interventions to increase adherence to therapeutic exercise in older adults with low back pain and/or hip/knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2017;51(10):791-9. doi:10.1136/bjsports-2016-096458
  15. Gusev A. *Federal'nyye informatsionnyye sistemy v sfere zdravookhraneniya*. Available at: <http://www.kmis.ru/blog/federalnye-informatsionnye-sistemy-v-sfere-zdravookhraneniya>. Accessed: 2019 January 02. (In Russ).
  16. Alpatov AV, Ashapkina MS, Fedoseev AV, et al. System of remote physical rehabilitation based on mobile technologies. *Biomedical Radioelectronics*. 2019;22(5):22-34. (In Russ). doi:10.18127/j15604136-201905-03
  17. Piga M, Cangemi I, Mathieu A, et al. Telemedicine for patients with rheumatic diseases: systematic review and proposal for research agenda. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*. 2017;47(1):121-8. doi:10.1016/j.semarthrit.2017.03.014
  18. Huang Z, Pan X, Deng W, et al. Implementation of telemedicine for knee osteoarthritis: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2018;19(1):232. doi:10.1186/s13063-018-2625-4
  19. Chen S, Lach J, Lo B, et al. Toward Pervasive Gait Analysis With Wearable Sensors: A Systematic Review. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*. 2016;20(6):1521-37. doi:10.1109/JBHI.2016.2608720

#### Информация об авторах [Authors Info]

**Федосеев Андрей Владимирович** – д.м.н., проф., зав. кафедрой общей хирургии, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, Рязань, Российская Федерация.

SPIN: 4553-3581, ORCID ID: 0000-0002-6941-1997.

**Andrey V. Fedoseev** – MD, PhD, Professor, Head of the Department of General Surgery, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russian Federation.

SPIN: 4553-3581, ORCID ID: 0000-0002-6941-1997.

**Алпатов Алексей Викторович** – к.т.н., доцент кафедры микро- и нанoeлектроники, Рязанский государственный радиотехнический университет; ООО «БИОТЕХПРОДАКТС», Рязань, Российская Федерация.

SPIN: 4553-3581, ORCID ID: 0000-0002-6941-1997.

**Alexey V. Alpatov** – Ph of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Micro- and Nanoelectronics, Ryazan State Radio Engineering University; Biotechproducts LLC, Ryazan, Russian Federation.

SPIN: 4553-3581, ORCID ID: 0000-0002-6941-1997.

**\*Чекушин Александр Александрович** – к.м.н., ассистент кафедры общей хирургии, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, Рязань, Российская Федерация. E-mail: rmi-62@rambler.ru

SPIN: 7226-9799, ORCID ID: 0000-0002-5977-8023.

**Alexander A. Chekushin** – MD, PhD, Assistant of the Department of General Surgery, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russian Federation. E-mail: rmi-62@rambler.ru

SPIN: 7226-9799, ORCID ID: 0000-0002-5977-8023.

**Ашапкина Мария Сергеевна** – ассистент кафедры автоматизации и информационной технологии в управлении, Рязанский государственный радиотехнический университет; ООО «БИОТЕХПРОДАКТС», Рязань, Российская Федерация.

SPIN: 4552-4802, ORCID ID: 0000-0002-7757-1501.

**Maria S. Ashapkina** – Assistant of the Department of Automation and Information Technology in Management, Ryazan State Radio Engineering University; Biotechproducts LLC, Ryazan, Russian Federation.

SPIN: 4552-4802, ORCID ID: 0000-0002-7757-1501.

**Цитировать:** Федосеев А.В., Алпатов А.В., Чекушин А.А., Ашапкина М.С. Удалённый мониторинг реабилитации пациентов травматолого-ортопедического профиля // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2020. Т. 8, №2. С. 296-302. doi:10.23888/HMJ202082296-302

**To cite this article:** Fedoseev AV, Alpatov AV, Chekushin AA, Ashapkina MS. Remote monitoring of rehabilitation for traumatological and orthopedic patients. *Science of the young (Eruditio Juvenium)*. 2020;8(2):296-302. doi:10.23888/HMJ202082296-302

**Поступила / Received:** 22.01.2019  
**Принята в печать / Accepted:** 02.06.2020