

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СПОРТСМЕНОВ: СПЕЦИФИЧЕСКОЕ ИЛИ УНИВЕРСАЛЬНОЕ?

*К.Р. Мехдиева, А.В. Захарова*

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия*

**Цель** – сопоставить результаты нагрузочных тестирований профессиональных спортсменов с использованием различных нагрузочных устройств. **Материалы и методы.** На базе спортивной научно-исследовательской лаборатории УрФУ (г. Екатеринбург) были протестированы 20 профессиональных спортсменов (15 триатлетов и 5 лыжников-гонщиков) в возрасте от 14 до 38 лет. Были проведены велоэргометрия и тредмилметрия по максимальному РАМП-протоколу с использованием системы нагрузочного тестирования Schiller, а также высокоинтенсивное интервальное тестирование на лыжном тренажере Thogaх Trainer. Все тесты проводились с анализом газообмена и мониторингом ЧСС. **Результаты.** Было установлено, что при проведении велоэргометрии и функциональных тестирований с использованием других нагрузочных устройств, специфических в избранных видах спорта, отсутствуют достоверные отличия реакции кардиореспираторной системы на нагрузку. Полученные результаты включали показатели максимального потребления кислорода, максимальных значений ЧСС, а также ЧСС на уровне аэробного и анаэробного порогов, а также в восстановительном периоде после теста. **Заключение.** Велоэргоспирометрия по максимальному протоколу с непрерывно повышающейся нагрузкой (РАМП-протокол) является наиболее информативным и универсальным методом тестирования функциональных возможностей спортсменов высокой квалификации.

**Ключевые слова:** *нагрузочное тестирование, профессиональные спортсмены, максимальное потребление кислорода, функциональное состояние.*

**Введение.** Оценка функциональной готовности является важным аспектом управления тренировочным процессом спортсменов любого пола, возраста, квалификации и специализации.

Наиболее часто для определения аэробных способностей и общей физической работоспособности спортсменов применяются пробы со ступенчатым и непрерывным повышением нагрузки с использованием различных нагрузочных устройств. К таким устройствам относятся практически любые эргометры, имитирующие реальные условия циклической нагрузки: тредмил (беговая дорожка), велоэргометр, гребной эргометр, лыжный тредбан, ручной эргометр, степ-тренажер и т. д. Выбор того или иного нагрузочного устройства и протокола тестирования зачастую обусловлен спецификой вида спорта тестируемого спортсмена, а также технической обеспеченностью лаборатории или кабинета спортивной медицины.

**Цель** – сопоставить данные нагрузочных тестирований профессиональных спортсменов

с использованием различных нагрузочных устройств.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 20 профессиональных спортсменов в возрасте от 14 до 38 лет: 15 триатлетов со спортивным стажем более 10 лет (средний возраст  $34,5 \pm 3,4$  лет, длина тела  $178,9 \pm 6,9$  см, масса тела  $74,1 \pm 6,7$  кг) и 5 успешных лыжников-гонщиков высокой квалификации, входящих в состав юношеской сборной области по лыжным гонкам (средний возраст  $15,2 \pm 1,3$  лет, длина тела  $175,4 \pm 9,1$  см, масса тела  $63,5 \pm 11,6$  кг).

Все спортсмены были проинформированы о целях исследования, методиках тестирования, противопоказаниях и возможных осложнениях перед тем, как у них было получено письменное информированное согласие на участие в эксперименте и дальнейшем опубликовании полученных данных. На момент тестирований все исследуемые не имели каких-либо патологий со стороны сердечно-сосудистой, нервной или мышечной систем и были допущены к тренировочной и соревновательной деятельности.

вательной деятельности. По данным врачебных наблюдений у участников эксперимента отсутствовали медицинские противопоказания к нагрузочным тестированиям. Предпринятое исследование соответствует принципам Хельсинской декларации Всемирной организации здравоохранения.

Нагрузочные тестирования проводились на базе научно-исследовательской лаборатории «Технологии восстановления и отбора в спорте» ЦКП УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (г. Екатеринбург). Для оценки функционального состояния спортсменов и уровня физической работоспособности спортсменов, а также поиска наиболее информативной методики были проведены следующие виды нагрузочных тестирований:

1. Велозгоспирометрия с использованием системы нагрузочного тестирования Schiller (SCHILLER AG, Швейцария), нагруз-

очное устройство – велозргометр, и портативного метаболического газоанализатора Fitmate (COSMED, Италия) по максимальному протоколу с непрерывно возрастающей нагрузкой (РАМП-протокол) «до отказа». Задаваемая мощность разминки – 0 Вт, затем с первой минуты теста увеличивается непрерывно на 40 Вт/мин (на 1 Вт каждые 1,5 с). Тест проводится до достижения критериев отказа: максимальных значений пульса для спортсмена, невозможности поддержания рекомендованной частоты педалирования (80 об/мин) или появления объективных медицинских критериев к прекращению теста.

2. Тредмилспирометрия с использованием системы нагрузочного тестирования Schiller (SCHILLER AG, Швейцария), нагрузочное устройство – тредмил, и портативного метаболического газоанализатора Fitmate PRO (COSMED, Италия) по протоколу с непре-

Таблица 1  
Table 1

Характеристики методик тестирования спортсменов  
Characteristics of testing methods

Характеристики теста Test characteristics	Велозгоспирометрия Cycle ergometer test	Тредмилметрия Treadmill test	Тестирование на лыжном эргометре Ski machine test
Основные регистрируемые параметры кардио-респираторной системы The main registered parameters of the cardiorespiratory system	МПК, мл/кг/мин ЧСС, уд./мин МВЛ, л/мин ЧД, в мин ПАНО (ЧСС и %МПК) АэП (ЧСС) VO <sub>2</sub> , ml/kg/min HR, bpm Ve, l/min Rf, l/min АТ, bpm & %VO <sub>2</sub> АеТ, bpm	МПК, мл/кг/мин ЧСС, уд./мин МВЛ, л/мин ЧД, в мин ПАНО (ЧСС и % МПК) АэП (ЧСС) VO <sub>2</sub> , ml/kg/min HR, bpm Ve, l/min Rf, l/min АТ, bpm & %VO <sub>2</sub> АеТ, bpm	МПК, мл/кг/мин ЧСС, уд./мин МВЛ, л/мин ЧД, в мин VO <sub>2</sub> , ml/kg/min HR, bpm Ve, l/min Rf, l/min
Общее время теста Test duration	До отказа (8–12 мин) Up to exhaustion (8–12 min)	До отказа (8–12 мин) Up to exhaustion (8–12 min)	4 мин 4 min
Скоростно-силовые показатели Speed-strength indicators	P, Вт P <sub>макс</sub> , Вт P <sub>макс</sub> /кг, Вт/кг P, W P <sub>max</sub> , W P <sub>max</sub> /kg, W/kg	V (тредмил), км/ч V <sub>макс</sub> , км/ч V (treadmill), km/h V <sub>max</sub> , km/h	P <sub>отталкивания</sub> , Вт Дистанция, км P <sub>push-off</sub> , W Distance, km

Примечание. МПК – максимальное потребление кислорода, ЧСС – частота сердечных сокращений, МВЛ – максимальная вентиляция легких, ЧД – частота дыхания, ПАНО – порог анаэробного обмена, АэП – порог аэробного обмена, P<sub>макс</sub> – максимальная достигнутая мощность, V – скорость движения полотна тредмила, V<sub>макс</sub> – максимальная достигнутая скорость, P<sub>отталкивания</sub> – мощность за одно отталкивание.

Note. VO<sub>2</sub> – oxygen consumption, HR – heart rate, Ve – minute ventilation, Rf – breathing rate, АТ – anaerobic threshold, АеТ – aerobic threshold, P<sub>max</sub> – maximum power, V – speed of treadmill, V<sub>max</sub> – maximum attained speed, P<sub>push-off</sub> – push-off power.

равно возрастающей нагрузкой (РАМП-протокол) «до отказа». Разминочная скорость составила 6 км/ч, начальная скорость тестирования 10 км/ч, увеличивается непрерывно на 1 км/ч/мин. Используемый в данном случае именно РАМП-протокол, в отличие от ступенчатого, позволил корректно оценивать порог анаэробного и аэробного обмена, а также ЧСС на уровне ПАНО и АЭП. Тестирование на тредмиле проводилось с одновременной регистрацией ЭКГ, что позволяет объективно оценивать реакцию сердечно-сосудистой системы на повышающуюся нагрузку, а также оценивать утилизацию кислорода миокардом.

3. Высокоинтенсивное интервальное тестирование с использованием лыжного тренажера ThoraxTrainer (Дания), имитирующего классический лыжный ход. Применяли протокол Табата – 8 ускорений по 20 секунд с интервалами отдыха по 10 секунд с одновременной регистрацией и анализом газообмена для определения потребления кислорода в нагрузке.

Основные характеристики вышеописанных методик тестирования приведены в табл. 1.

Используемые протоколы тестирований были разработаны с учетом международных рекомендаций для проведения нагрузочных тестирований [1, 2, 4]. Для корректного сопоставления результатов тестирований спортсмены были протестированы в течение одной недели. Между тестированиями атлетам был предоставлен двухдневный перерыв. Кроме того, обязательным условием проведения тестирований являлось отсутствие тренировок накануне исследования, а также прием пищи не позднее, чем за 4 часа до теста.

Перед началом тестирований проводили калибровку оборудования для газоанализа (метабологграф FitmatePRO) под каждого спортсмена индивидуально. Старт теста запускался после устойчивой стабилизации показателя потребления кислорода на уровне  $\leq 3,5$  мл/кг/мин (1 MET).

**Статистический анализ данных** проводился с использованием пакетов программ «Excel» (Microsoft Office 2007) и SPSS Statistics 17.0 (IBM). Нормальность распределения признака в выборках оценивали с использованием теста Шапиро–Уилка. Проводили сравнительный анализ с использованием параметрического и непараметрического критериев Стьюдента и U-критерия Манна–Уитни. Различия считали достоверными при  $p < 0,05$ .

**Результаты и обсуждение.** В табл. 2 при-

ведены результаты сравнительного анализа велоэргометрии и тредмилметрии у триатлетов. Как видно из данных, представленных в табл. 2, достоверных отличий в максимальных значениях потребления кислорода, дыхательных показателях, а также процессах восстановления после обоих видов тестов у атлетов не было выявлено.

Использование велоэргометрии имело ряд преимуществ по сравнению с нагрузочным тестированием с использованием тредмила. В частности, при необходимости регистрации ЭКГ нагрузки велоэргометрия позволяла получить лучшее качество ЭКГ. В большинстве случаев корректной записи ЭКГ при работе на тредмиле препятствовал дрейф изолинии вследствие активно сокращающихся мышц при движении. Велоэргометрия отличается простотой создания РАМП-протоколов (непрерывно возрастающая нагрузка) в тесте, возможностью количественно оценить выполненную работу (достижение пиковой мощности, падение мощности, частота педалирования и т. д.).

Кроме того, при необходимости (по требованию тренерского штаба или самого спортсмена) измерения уровня лактата или других биохимических показателей крови в ходе тестирования велоэргометрия является наиболее приемлемым видом тестирования в силу своих технических особенностей.

К другим преимуществам велоэргометрии в сравнении с тестами при использовании других нагрузочных устройств стоит отнести также доступность нагрузочного устройства, меньшие требования к размеру помещения для проведения тестирования, безопасность, мобильность и возможность проведения теста в положении лежа (специальный вид велоэргометров).

Важно отметить, что география использования разных видов тестов имеет свою специфику. Так, известно, что тредмилметрия чаще всего используется спортивными врачами и специалистами в сфере спорта в США, а велоэргометрия как метод тестирования спортсменов получила большее распространение в странах Европы [7].

В табл. 3 приведены результаты сравнительного анализа специфического тестирования лыжников-гонщиков с использованием тренажера ThoraxTrainer по протоколу высокоинтенсивного интервального тестирования и велоэргометрии по максимальному РАМП-протоколу.

Таблица 2

Table 2

Сравнительный анализ результатов велоэргометрии и тредмилметрии у триатлетов (M ± SD)  
Comparative analysis of cycle ergometer and treadmill tests in triathletes (M ± SD)

Параметры Parameters	Велоэргометрия Cycle ergometer test	Тредмилметрия Treadmill test	P
МПК, мл/кг/мин VO <sub>2max</sub> , ml/kg/min	56,32 ± 6,7	57,7 ± 4,7	0,27
ЧД, 1/мин Rf, 1/min	54,4 ± 11,3	56,5 ± 9,4	0,45
МВЛ, л/мин VE, l/min	153,7 ± 25,8	147,7 ± 18,3	0,14
ЧСС <sub>макс</sub> , уд./мин HR, bpm	178,3 ± 9,8	182 ± 9,3	0,16
ЧСС ПАНО, уд./мин HR AT, bpm	162 ± 11,5	166,4 ± 8,8	0,14
ЧСС 1 мин восст., уд./мин HR 1 min recovery, bpm	154,9 ± 14,2	161,5 ± 13	0,13
ЧСС 2 мин восст., уд./мин HR 2 min recovery, bpm	136 ± 11,4	133 ± 13,9	0,3
ЧСС 3 мин восст., уд./мин HR 3 min recovery, bpm	126 ± 11,2	122 ± 9,9	0,15
% ПАНО % AT	79,6 ± 12,3	77,3 ± 5,9	0,45

Примечание. МПК – максимальное потребление кислорода, ЧД – частота дыхания, МВЛ – максимальная вентиляция легких, ЧСС – частота сердечных сокращений, ПАНО – порог анаэробного обмена, различия достоверны при  $p < 0,05$ .

Note. VO<sub>2max</sub> – maximum oxygen consumption, Ve – maximum ventilation volume, Rf – breathing rate, HR – heart rate, AT – anaerobic threshold, differences are significant at  $p < 0.05$ .

Таблица 3

Table 3

Сравнительный анализ результатов ВЭМ и тестирования  
на лыжном эргометре у лыжников-гонщиков (M ± SD)  
Comparative analysis of cycle ergometer test and ski machine test (M ± SD)

Параметры Parameters	Велоэргометрия Cycle ergometer test	Лыжный тренажер Ski machine test	P
МПК, мл/кг/мин VO <sub>2max</sub> , ml/kg/min	56,7 ± 6,3	53,7 ± 7,7	0,28
ЧД, 1/мин Rf, 1/min	57,8 ± 9,1	71,8 ± 15	0,06
МВЛ, л/мин Ve, l/min	128,2 ± 37	127,4 ± 41,6	0,49
ЧСС <sub>макс</sub> , уд./мин HR <sub>max</sub> , bpm	184,4 ± 15,9	181,2 ± 19,7	0,39
ЧСС 1 мин восст, уд./мин HR 1 min recovery, bpm	150,4 ± 20,3	151 ± 26,7	0,48
ЧСС 2 мин восст, уд./мин HR 2 min recovery, bpm	122,2 ± 19,7	137 ± 14,8	0,12
ЧСС 3 мин восст, уд./мин HR 3 min recovery, bpm	126,5 ± 3,5	–	–

Примечание. МПК – максимальное потребление кислорода, ЧД – частота дыхания, МВЛ – максимальная вентиляция легких, ЧСС – частота сердечных сокращений, различия достоверны при  $p < 0,05$ .

Note. VO<sub>2max</sub> – maximum oxygen consumption, Ve – maximum ventilation volume, Rf – breathing rate, HR – heart rate, differences are significant at  $p < 0.05$ .

Как видно из полученных данных, нами не были обнаружены достоверные отличия основных регистрируемых параметров в ходе тестирований. В частности, ответ кардиореспираторной системы на нагрузку в обоих тестах достоверно не отличался. Об этом свидетельствовали как максимальные значения ЧСС, дыхательных показателей (максимальная вентиляция легких, частота дыхания), так и характеристики ССС в 3-минутном восстановительном периоде после теста. Обращает на себя внимание также и отсутствие отличий максимальных значений потребления кислорода при нагрузке в тестах. Выявленные нами факты (см. табл. 3) имеют особую ценность для тренеров и медицинского персонала спортсменов при проведении врачебно-педагогических наблюдений и оценки тренированности.

Принято считать, что принципиальным фактором при планировании тестирования и выборе нагрузочного устройства является специфичность относительно принадлежности к виду спорта у конкретного спортсмена. Большинство авторов руководствуются мнением, что максимальная приближенность условий тестирования к реальным тренировочным и соревновательным условиям с точки зрения вида мышечной работы обеспечивает наиболее достоверный результат теста [5, 11–12]. Однако важно учитывать, что любое нагрузочное устройство лишь «имитирует» реальную нагрузку. В частности, регистрация скорости бега на тредбане, к примеру, соответствующая 20 км/ч, является скоростью движения полотна нагрузочного устройства, а не истинной скоростью бега атлета. При этом ряд исследователей выявил разницу в активации мышц нижних конечностей при использовании нагрузочного устройства в сравнении с бегом в естественных условиях [3, 6, 9]. Кроме того, биомеханический анализ бега в ходе проведения теста многочисленными группами исследователей выявил своеобразную «адаптацию» нижних конечностей к повышению скорости движения бегущей дорожки за счет увеличения длины шага и зачастую «подпрыгивания» атлетов, что невозможно в реальных условиях бега [8, 10].

В силу объективных технических сложностей воссоздания реальных условий физической нагрузки использование любых эргометров, кроме велоэргометра, дает искаженный результат нагрузочного тестирования.

**Заключение.** В результате проведенного исследования было установлено, что велоэргоспирометрия по максимальному протоколу с непрерывно повышающейся нагрузкой (РАМП-протокол) является наиболее информативным и универсальным методом тестирования функциональных возможностей спортсменов высокой квалификации. Данный метод тестирования не зависит от индивидуальной техники движения спортсмена и обладает такими преимуществами, как воспроизводимость, информативность и доступность.

**Работа выполнена при финансовой поддержке постановления № 211 Правительства Российской Федерации, контракт № 02.А03.21.0006.**

### Литература / References

1. Pescatello L.S., Arena R., Riebe D., Thompson P.D., Kluwer W. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 9<sup>th</sup> Ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA, 2014. 456 p.
2. ATS/ACPP Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 2003, vol. 167, pp. 211–277. DOI: 10.1164/rccm.167.2.211
3. Arsenault A.B., Winter D.A., Marteniuk R.G. Treadmill Versus Walkway Locomotion in Humans: an emg Study. *Ergonomics*, 1986, vol. 29, no. 5, pp. 665–676. DOI: 10.1080/00140138608968301
4. Gibbons R.J. et al. ACC/AHA 2002 Guideline Update for Exercise Testing: Summary Article: a Report of the American College of Cardiology. *American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Journal of American College of Cardiology*, 2006, vol. 48, no. 8, 1731 p.
5. Löllgen H., Leyk D. Exercise Testing in Sports Medicine. *Dtsch Arztebl Int*, 2018, vol. 115, pp. 409–416. DOI: 10.3238/arztebl.2018.0409
6. Marsh A.P., Katula J.A., Pacchia C.F., Johnson L.C., Koury K.L., Rejeski W.J. Effect of Treadmill and Overground Walking on Function and Attitudes in Older Adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 2006, vol. 38, no. 6, pp. 1157–1164. DOI: 10.1249/01.mss.0000222844.81638.35
7. Mazzani A. Cardiopulmonary Exercise Testing: Basics of Methodology and Measurements. *Ann Am Thorac Soc*, 2017, vol. 14, suppl. 1, pp. 3–11. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201612-997FR
8. Nymark J.R., Balmer S.J., Melis E.H.,

Lemaire E.D., Millar S. Electromyographic and Kinematic Nondisabled Gait Differences at Extremely Slow Overground and Treadmill Walking Speeds. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 2005, vol. 42, no. 4, pp. 523–534. DOI: 10.1682/JRRD.2004.05.0059

9. Orłowski K., Wagner D., L'Ortey A., Ringk H., Kohl V., Schrader T. A Pilot Study to Examine the Activity of Primary Plantar Flexor Muscles Using an Electric Motorized Treadmill in Comparison to Overground Walking. *icSPORTS 2017 – Proceedings of the 5th International Congress on Sport Sciences Research and Technology Support*, 2017, pp. 33–38.

10. Van der Krogt M.M., Sloot L.H.,

Buizer A.I., Harlaar J. Kinetic Comparison of Walking on a Treadmill Versus over Ground in Children with Cerebral Palsy. *Journal of Biomechanics*, 2015, vol. 48, no. 13, pp. 3577–3583. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2015.07.046

11. Vilikus Z. Functional Diagnostics. *College of Physical Education and Sport, Palestra*, 2012, pp. 12–15.

12. Wasserman K., Hansen J.E., Sue D.Y., Stringer W.W., Whipp B.J. Measurements During Integrative Cardiopulmonary Exercise Testing. Principles of Exercise Testing and Interpretation: Including Pathophysiology and Clinical Applications, 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2012, pp. 71–106.

**Мехдиева Камилия Рамазановна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры сервиса и оздоровительных технологий, Институт физической культуры, спорта и молодежной политики, заведующая лабораторией «Технологии восстановления и отбора в спорте», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: kamilia\_m@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2967-2655.

**Захарова Анна Валерьевна**, кандидат педагогических наук, профессор, профессор кафедры физической культуры, Институт физической культуры, спорта и молодежной политики, старший научный сотрудник лаборатории «Технологии восстановления и отбора в спорте», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: sport\_tsp@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8170-2316.

*Поступила в редакцию 10 декабря 2018 г.*

DOI: 10.14529/hsm190103

## EXERCISE TESTING OF PROFESSIONAL ATHLETES: SPECIFIC OR UNIVERSAL?

**K.R. Mekhdieva**, kamilia\_m@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2967-2655,

**A.V. Zakharova**, sport\_tsp@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8170-2316

*Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russian Federation*

**Aim.** The article deals with comparing the data obtained from exercise load tests by using various ergometers. **Materials and methods.** Twenty professional athletes (15 triathletes and 5 ski-racers) aged 14–38 participated in the test performed with the help of the cycle ergometer, treadmill, and Thorax Trainer ski machine. The experiment took place at the premises of UrFU sports research laboratory (Yekaterinburg, Russia). Cycle ergometer and treadmill tests were conducted with a maximal RAMP protocol and a system for exercise testing (Schiller). A high-intensity interval test was conducted with the help of Thorax Trainer ski machine. All tests were performed with the analysis of gas exchange and heart rate. **Results.** It was established that there were no significant differences in the reaction of the cardiorespiratory system to load when comparing the data from cycle ergometer and treadmill tests as well as cycle ergometer and ski machine tests. In particular, we found no significant differences in the values of maximum oxygen

consumption, ventilation, maximum HR, HR at aerobic and anaerobic thresholds, and HR during recovery after the test. **Conclusion.** Cycle ergometer test with a maximal RAMP protocol is the most informative and universal method for the aerobic testing of functional capacity in professional athletes.

**Keywords:** *exercise test, professional athletes, maximum oxygen consumption, functional capacity.*

**Received 10 December 2018**

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Мехдиева, К.Р. Функциональное тестирование профессиональных спортсменов: специфическое или универсальное? / К.Р. Мехдиева, А.В. Захарова // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 22–28. DOI: 10.14529/hsm190103

### FOR CITATION

Mekhdieva K.R., Zakharova A.V. Exercise Testing of Professional Athletes: Specific or Universal? *Human. Sport. Medicine*, 2019, vol. 19, no. 1, pp. 22–28. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm190103