

development in ontogenesis]. Moscow: Publishing house "LIBRIKOM". 2011: 368.

8. Khramov V.A., Savin G.A. A simple method of lactate determination in biological substances. *Gigiena I sanitariya*. 1995: 52-54 [In Russ.].

9. Shtefko V.G., Ostrovskiy A.D. *Shemy klinicheskoy diagnostiki konstitucional'nyh tipov* [The scheme of constitutional types clinical diagnostics]. Moscow – Leningrad: State Medical Press. 1929: 79.

10. Hearth B.H., aCarter L. A modified somatotype method. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1967; 27: 57-74 [In Engl.].

11. Kuznetsova Z., Kuznetsov A., Mutaeva I., Khalikov G., Zakharova A., 2015. Athletes training based on a complex assessment of functional state. In *Proceedings of the 3rd International Congress on Sport Sciences Research and Technology support*. SCITEPRESS. P. 156-160 (Scopus).

12. Kuznetsov A., Mutaeva I., Kuznetsova Z., 2017. Diagnostics of Functional State and Reserve Capacity of young Athletes' Organism. In *Proceedings of the 5th International Congress on Sport Sciences Research and Technology support*. SCITEPRESS. P. 111-115 (Scopus).

Подано: 24.05.2018

Марчик Людмила Антоновна – доцент кафедры биологии человека и основ медицинских знаний ФГБОУ ВО «Ульяновский педагогический университет им. И.Н.Ульянова», 432030, Россия, г. Ульяновск, проспект Нариманова, дом 97, кв. 101, e-mail: marchik.liudmila@mail.ru
Мартыненко Ольга Сергеевна – учитель биологии и химии высшей квалификационной категории, МБОУ гимназия № 33, 432011, Россия, г. Ульяновск, ул. Гончарова, дом 56/2, кв. 52

DOI 10.14526/2070-4798-2018-13-3-187-199
УДК: 796.92

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОЦЕНКА АЭРОБНОГО ПОРОГА И ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЕРДЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ (ЮНОШЕЙ) НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТУПЕНЧАТО-ВОЗРАСТАЮЩЕЙ ВЕЛОЭРГОМЕТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Петров Р.Е.¹, Мутаева И.Ш.², Ионов А.А.²

¹Елабужский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия, г. Елабуга,

²Набережночелнинский колледж (филиал) ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры спорта и туризма», Россия, г. Набережные Челны
mutaeva-i@mail.ru

Аннотация. Лыжный спорт на современном этапе своего развития прошел путь качественного изменения как в повышении скорости прохождения соревновательной дистанции, так и в технике передвижения. Совершенствование инвентаря, экипировки и появление более качественных лыжных трасс позволил лыжникам-гонщикам повысить результативность выступлений. В связи с этим повысились и требования к функциональной стороне подготовленности спортсменов. В статье рассматриваются методологические аспекты применения способов определения и оценки соответствия потенциальной

работоспособности сердечной системы максимальному потреблению кислорода и уровню квалификации лыжников-гонщиков. **Материалы.** Исследование проводилось на базовом этапе подготовительного периода спортивной подготовки юношей лыжников-гонщиков. Было проведено тестирование на велоэргометре «eVike» (Россия). Первоначальная нагрузка составила 30 ватт. Тестирование выполнялось при ступенчато- нарастающей нагрузке, где каждую последующую минуту нагрузка повышалась на 15 ватт. **Методы исследования:** анализ научно-методической литературы, педагогическое наблюдение, тестирование, оценка, математическая обработка результатов исследования. **Результаты.** Определен аэробный порог ЧСС и мощность максимально-аэробных возможностей мышц ног с учетом массы тела. Вычислена, а затем разработана оценка относительной потенциальной работоспособности сердца в Вт/кг при ЧСС 190 уд/мин с учетом максимального потребления кислорода (МПК) лыжников-гонщиков (юношей). Разработана оценка для относительной мощности максимально-аэробных возможностей мышц ног в ваттах с учетом массы тела при достижении ЧСС 180 уд/мин. **Заключение.** Тест с применением возрастающей ступенчатой нагрузки позволяет получать срочную информацию для оценки аэробного порога, потенциальной возможности сердечной работоспособности при нарастающих нагрузках у лыжников-гонщиков (юношей). Результаты тестирования говорят о том, что перед началом подготовительного периода все лыжники находятся на низком уровне функциональной и физической подготовленности. Разработана оценка относительной потенциальной работоспособности сердца в Вт/кг при ЧСС 190 уд/мин с учетом максимального потребления кислорода (МПК) для лыжников-гонщиков (юношей). Такой подход позволяет своевременно корректировать объем и интенсивность тренировочных и соревновательных нагрузок.

Ключевые слова: юноши, лыжники-гонщики, тест, велоэргометрия, аэробный порог, ступенчатая нагрузка.

Для цитирования: Петров Р.Е., Мутаева И.Ш., Ионов А.А. Определение и оценка аэробного порога и потенциальных возможностей сердечной системы лыжников-гонщиков (юношей) на основе использования ступенчато-возрастающей велоэргометрической нагрузки. Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2018; 13(3): 187-199. DOI 10.14526/2070-4798-2018-13-3-187-199.

AEROBIC THRESHOLD AND RACING SKIERS' (YOUNG MEN) CARDIAC SYSTEM POTENTIALITIES DETERMINATION AND ESTIMATION ON THE BASIS OF STEP-INCREASING CYCLOERGOMETRIC LOAD

Petrov R.E.¹, Mutaeva I.S.², Ionov A.A.²

¹Yelabuga Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Establishment of Higher Education "Kazan (Privolzhskiy) Federal University"

Russia, Yelabuga, romanpetrovdr@mail.ru

²Naberezhnye Chelny College (branch) of the Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education "Povolzhskaya State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism"

Russia, Naberezhnye Chelny, mutaeva-i@mail.ru, ionov.55@mail.ru

Annotation. At the present stage of development skiing went through many qualitative changes, concerning the speed of distance overcoming and the technique of skiing. Equipment development and more qualitative skiing tracks helped racing skiers increase the effectiveness of performances. In this connection the demands concerning athletes' functional side of readiness also increased. The article is about methodological aspects of the correspondence determination ways and estimation between potential working capacity of cardiac system and maximum oxygen

consumption and racing skiers' qualification level. **Materials.** The research was held on the base stage of sports training preparatory period among male teen-agers racing skiers. The test on "eBike" bicycle ergometer (Russia) was held. The initial load was 30 watt. The test was fulfilled in terms of step-increasing load, where the load was increasing 15 W more every minute. **Research methods:** scientific-methodical literature analysis, pedagogical observation, testing, estimation, mathematical research results handling. **Results.** Aerobic heart rate threshold and the power of maximum-aerobic capacities of legs muscles were determined, taking into account body weight. The estimation of relative potential heart working capacity was calculated and then created in W/kg in terms of heart rate 190 beats/min., taking into consideration maximum oxygen consumption (MOC) among racing skiers (young men). The estimation for relative power of maximum-aerobic capacities of legs muscles in W is created, taking into account body weight in case heart rate is 180 beats/min.. **Conclusion.** The test with step-increasing load helps to receive urgent information for aerobic threshold, potentiality of cardiac working capacity estimation, in case of increasing loads among racing skiers (young men). The results of the test prove that before the preparatory period all skiers are at a low level of functional and physical readiness. The estimation of heart relative potential working capacity is created in W/kg in terms of heart rate 190 beats/min., taking into account maximum oxygen consumption (MOC) for racing skiers (young men). Such kind of an approach helps to correct timely the volume and intensity of the training and competitive loads. **Keywords:** young men, racing skiers, test, bicycle ergometry, aerobic threshold, step-like load. **For quotation:** Petrov R.E., Mutaeva I.S., Ionov A.A. Aerobic threshold and racing-skiers' (young men) cardiac system potentialities determination and estimation on the basis of step-increasing bicycle ergometer load use. *The Russian Journal of Physical Education And Sport (Pedagogical-Psychological and Medical-Biological Problems of Physical Culture and Sport)*. 2018; 13(3): 187-199. DOI 10.14526/2070-4798-2018-13-3-187-199.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. В последние годы в лыжном спорте произошли качественные изменения, как в скорости, так и технике передвижения на лыжах. Этому способствовало совершенствование инвентаря, экипировки и улучшение качества лыжной трассы, а также совершенствование организации соревнований. Успешность выступления спортсменов в соревнованиях зависит от рационального построения тренировочного процесса не только за счет оптимизации объема и интенсивности тренировочных нагрузок, но и за счет использования инновационных методов получения срочной информации о функциональном состоянии спортсменов для дальнейшей корректировки тренировочного процесса.

Своевременная диагностика и комплексная оценка функционального состояния и уровня функциональной подготовленности в лыжном спорте является необходимым условием

повышения эффективности спортивной подготовки лыжников-гонщиков (юношей). Этот возраст лыжников-гонщиков характеризуется юношеским максимализмом и мотивацией на достижение высоких спортивных результатов в избранном виде спорта. Отмечено, что формирование функциональных параметров под воздействием разнонаправленных физических и соревновательных нагрузок происходит неравномерно, волнообразно. Периоды повышения общей физической подготовленности и развития специальных качеств лыжника-гонщика юношеского возраста планируется в зависимости от темпов роста в целом или отдельных сторон подготовленности. Выделенная нами функциональная подготовка лыжников-гонщиков (юношей) реализуется в рамках общей и специальной физической подготовки. В процессе реализации намеченного плана подготовки юношей мы столкнулись с проблемами повышения работоспособности сердечно-

сосудистой системы организма как лимитирующего звена общей физической и функциональной подготовленности спортсменов.

Анализ научно-методической литературы и наши наблюдения показали, что необходима четкая дифференциация тренировочных и соревновательных нагрузок. Учет реальных возможностей функционального состояния организма юношей дает основание предусмотреть параметры объема и интенсивности тренировочных нагрузок в годичном цикле. В этой связи, как считают многие специалисты, важно дифференцированное изучение работоспособности сердечно-сосудистой системы, как основы успешности построения тренировочной и соревновательной нагрузки [1,2,3].

Нельзя не отметить работы доктора биологических наук Ю.С. Ванюшина и его учеников, изучивших хронотропную и инотропную функции сердца при возрастающих физических нагрузках, где ими убедительно подчеркивается влияние возрастающих циклических нагрузок на сократительную способность сердца. Они отмечают, что развитие выносливости в лыжных гонках определяется устойчивой физической работоспособностью сердца спортсмена [4].

Как отмечают авторы, такие как Hedman, 2015; Prakash, 2015 на использование повышающихся физических нагрузок сердечная система реагирует увеличением ударного объема желудочков, а затем - высоким ростом частоты сердечных сокращений, характеризуя работу мышечной системы в функциональном пределе [13,14]. В исследованиях авторов, таких как Polat, 2016; Ettema, 2017; Dahl, 2017, проводимых на лыжниках-гонщиках отмечены предельные значения ЧСС, особенно в субмаксимальной зоне мощности, с максимальными показателями потребления кислорода работающими мышцами [16,17,18].

Необходимо отметить, что исследование функционирования сердца с

использованием нагрузки умеренной и большой мощности не дает исчерпывающей информации о функционировании кардиореспираторной системы, так как в большей степени определяются максимально-аэробные возможности мышц ног в ЧССпано. Данное исследование требует использования дифференцированного индивидуализированного подхода к подобным исследованиям [23,24,25,26].

Поэтому, на наш взгляд, применение тестирования на велоэргометре при ступенчато - нарастающей нагрузке дает больше информации о реагировании сердца на нагрузку, а также о реакции мышц.

Применение ступенчато - возрастающих физических нагрузок в спортивной подготовке лыжников-гонщиков, на наш взгляд, является основой быстрого получения информации о функциональной готовности спортсмена к выполнению тренировочных нагрузок. Мониторинг функционального состояния организма лыжников-гонщиков (юношей) в течение годичного цикла подготовки позволит дифференцированное планирование тренировочного процесса [19,20,21,29].

Таким образом, **целью нашего исследования** явилось апробирование методики определения и оценки анаэробного порога, потенциальной возможности сердечной системы лыжников-гонщиков (юношей).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методы и организация исследования. Для контроля и диагностики функционального состояния лыжников-гонщиков (юношей) нами проведено их тестирование на велоэргометре.

В исследовании приняли участие лыжники-гонщики (юноши) 16-17 лет с квалификацией I-ый взрослый разряд и кандидаты в мастера спорта, входящие в юношеские сборные регионов Российской Федерации (Республика Татарстан и Удмуртия) в количестве 8 человек,

занимающиеся лыжными гонками в условиях ДЮСШ.

Исследование проходило в 2017 году на базовом этапе подготовительного периода подготовки. На первом этапе исследования было проведено тестирование на велоэргометре «eVike» (Россия). Первоначальная нагрузка на велоэргометре составила 30 ватт. Тестирование выполнялось при ступенчато-нарастающей нагрузке, где каждую последующую 1 минуту нагрузка повышалась на 15 ватт. Испытуемые должны были удерживать равномерный темп в течение всего тестирования (62-70 об/мин). В конце каждой минуты фиксировалась частота сердечных сокращений (ЧСС) с помощью системы «Adidas miCoach» (США), которая с

помощью беспроводной связи записывает статистические данные [29].

На рисунке 1 представлены аппаратные средства для использования в тренировочном процессе юношей лыжников-гонщиков.

В ходе тестирования испытуемым запрещалось менять положение рук и туловища, подниматься с седла. При работе на велоэргометре разрешалось надавливать на педаль только мышцами-разгибателями бедра. Тестирование прекращалось при достижении максимальных величин ЧСС 180 уд/мин., так как данный уровень ЧСС является началом опасной зоны сокращения миокарды сердца.



Рис. 1. Элементы прибора «Adidas miCoach»

Диапазон изменения ЧСС и индивидуальных пульсовых зон у тестируемых юношей записывался автоматически и последующим выводом на экран.

На рисунке 2 представлено отображение данных, выходящее на дисплей miCoach.

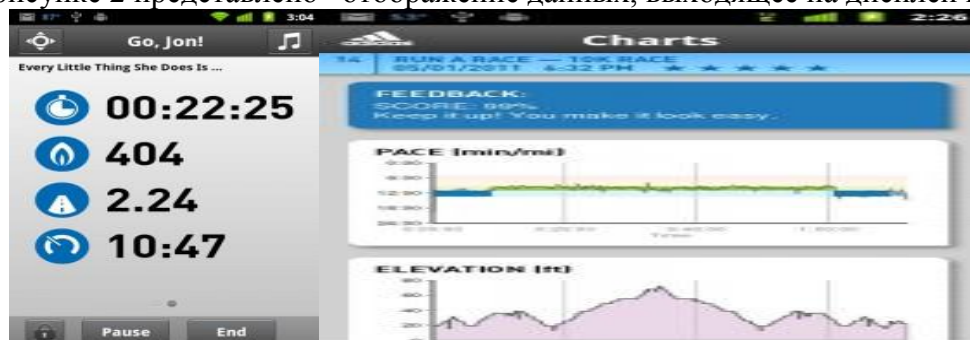


Рис. 2. Отображение на дисплее miCoach полученной информации

Первоначальное тестирование проводилось перед началом первого мезоцикла, затем в конце каждой 4-й недели (3 загрузочные недели и 1 разгрузочная неделя) тестирование повторялось. Тестирование проводилось

после разгрузочной недели тренировок, после дня отдыха в первую половину дня до тренировки.

По данным велоэргометрического тестирования составлен график кривой ЧСС при нарастающей нагрузке 15 ватт. По графику оси ординат по первому

значимому перелому ЧСС прочерчивали условную прямую, где определяли потенциальные возможности сердца в ваттах в момент достижения ЧСС 190 уд/мин. Под потенциальными возможностями сердечной системы определяли ее максимальные возможности доставки кислорода к работающим мышцам при ЧСС 190 уд/мин.

При тестировании лыжников-гонщиков (юношей) на велоэргометре дополнительно определялись следующие показатели:

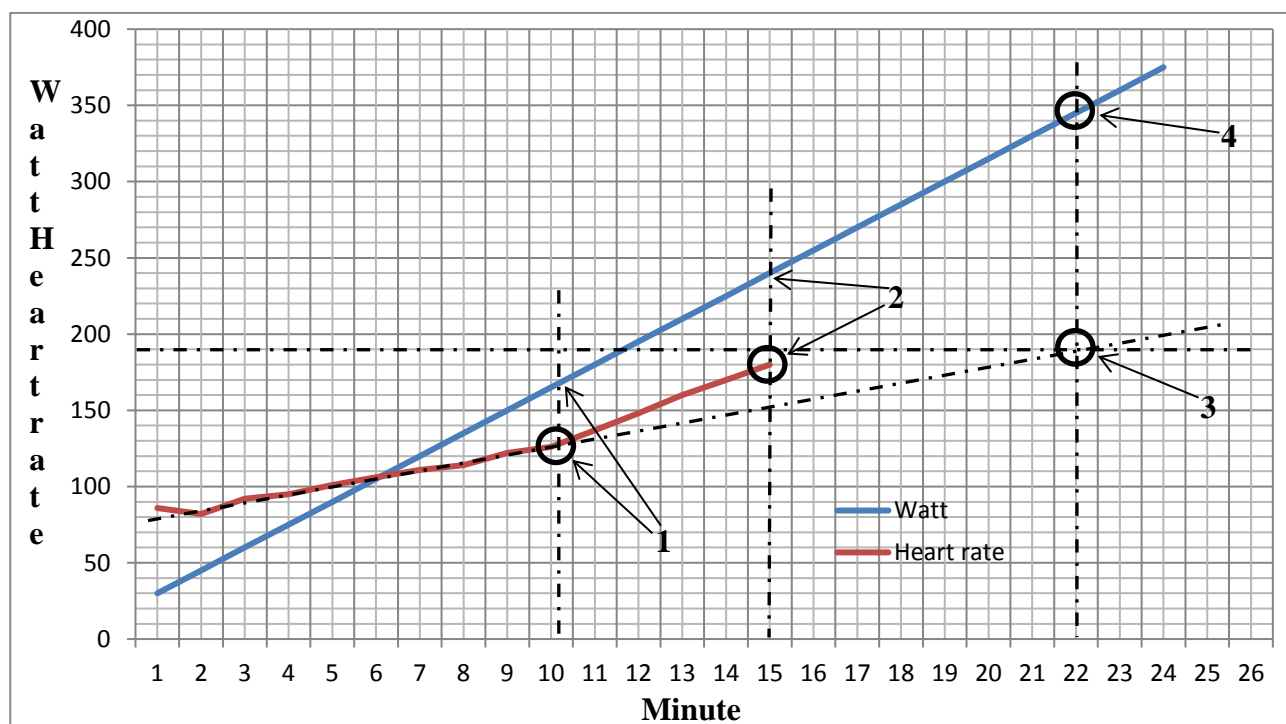
- по графику значимого перелома ЧСС обозначена мощность аэробного порога мышц ног в ваттах;
- относительная мощность аэробного порога мышц ног в ваттах с учетом массы тела;
- ЧСС аэробного порога мышц ног;
- мощность максимально-аэробных возможностей мышц ног в ваттах при достижении ЧСС – 180 уд/мин;
- относительная мощность максимально-аэробных возможностей мышц ног с учетом массы тела;

- относительная потенциальная мощность сердечной системы с учетом массы тела испытуемых (рисунок 3).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка кардио-функциональных показателей юношей позволяет определить индивидуальные пульсовые зоны ЧСС и зоны ЧСС пано, а также диапазон перехода аэробной нагрузки к анаэробной за счет увеличения мощности и скорости нагрузки. Показатели ЧСС - очень удобный параметр для контроля. Тестирование юношей при ступенчато-возрастающей нагрузке на велоэргометре позволило определить аэробный порог ЧСС и мощность в ваттах. Нами отмечена зависимость между показателями чсс и мощностью на уровне аэробного порога.

По данным Мякинченко, (2009) 75-78 ватт работы на велоэргометре за одну минуту работающие мышцы потребляют 1 литр кислорода, значит, на 1 Вт/мин тратится 12,8-13,3 мл кислорода [27].



Примечание: 1 – аэробный порог ЧСС, мощность аэробного порога в ваттах; 2 – мощность при ЧСС₁₈₀; 3 – ЧСС 190 уд/мин при условной линии от аэробного порога; 4 – мощность потенциальной возможности сердечной системы в ваттах;

Рис. 3. Определение аэробного порога, потенциальной возможности сердечной системы юношей, занимающихся лыжными гонками

На основании этих данных была вычислена, а затем разработана шкала оценки относительной потенциальной работоспособности сердца в Вт/кг при ЧСС 190 уд/мин, с учетом максимального

потребления кислорода (МПК) для лыжников-гонщиков (юношей), и далее сопоставлена с уровнем квалификации лыжников-гонщиков (Таблица 1).

Таблица 1

Оценка соответствия потенциальной работоспособности сердечной системы максимальному потреблению кислорода и уровню квалификации в лыжных гонках у мужчин

Относительная потенциальная работоспособность сердечной системы с учетом массы тела в Вт/кг при ЧСС 190 уд/мин	Соответствие максимальному потреблению кислорода мл/кг/мин	Соответствие уровню квалификации в лыжных гонках у мужчин	Оценка
5,64 Вт/кг <	75 мл/кг/мин <	Мировой уровень	Высокий
5,26 – 5,63 Вт/кг	70-74,9 мл/кг/мин	Мастер спорта международного класса	Выше среднего
4,89 – 5,25 Вт/кг	65-69,9 мл/кг/мин	Мастер спорта	Средний
4,51 – 4,88 Вт/кг	60-64,9 мл/кг/мин	I-й взрослый разряд, кандидат мастера спорта	Ниже среднего
4,14 – 4,50 Вт/кг >	55-59,9 мл/кг/мин >	I-II взрослый разряд	Низкий

Исследование величины мощности мышц ног на велоэргометре при достижении ЧСС 180 уд/мин. дает информацию об уровне максимального потребления кислорода работающими мышцами или о максимально-аэробных возможностях. Чем выше данный показатель, тем выше находится анаэробный порог мышц ног.

С учетом данной информации нами была разработана оценка относительной мощности максимально-аэробных возможностей мышц ног в ваттах с учетом массы тела при достижении ЧСС 180 уд/мин. Исходя из вычисления, на 1 Вт/мин тратится 12,8-13,3 мл кислорода (Таблица 2).

Таблица 2- Оценка относительной максимально-аэробной мощности мышц ног у юношей-старшеклассников, занимающихся лыжными гонками

Максимально-аэробная мощность мышц ног Вт/кг	Потребление кислорода мл/кг/мин	Оценка
4,51 Вт/кг <	60 мл/кг/мин <	Высокий
4,13 – 4,50 Вт/кг	55-59,9 мл/кг/мин	Выше среднего
3,76 – 4,12 Вт/кг	50-54,9 мл/кг/мин	Средний
3,39 – 3,75 Вт/кг	45-49,9 мл/кг/мин	Ниже среднего

3,38 Вт/кг >	44,9 мл/кг/мин >	Низкий
--------------	------------------	--------

Ежеминутное повышение нагрузки на 15 ватт позволяет при тестировании постепенно и минимально рекрутировать мышечные волокна и тем самым определять по графику ЧСС аэробный порог в ваттах или силовые показатели медленных мышечных волокон, а также пульсовую зону аэробного порога.

Первоначальное тестирование юношей, занимающихся лыжными гонками, до эксперимента, показало, что четверо испытуемых имеют потенциальные возможности сердечной системы среднего уровня, трое – ниже среднего уровня и один – низкого уровня. Также результаты мощности аэробного порога и мощности работы при ЧСС₁₈₀ показали, что у двух спортсменов результаты тестирования ниже среднего уровня, а у остальных – низкого уровня. Результаты тестирования говорят о том, что перед началом подготовительного периода все спортсмены находятся на

низком уровне функциональной и физической подготовленности. Поэтому во всех видах спорта, где выносливость является основой, одним из главных лимитирующих факторов тренированности считается функциональная работоспособность сердечной системы. Отсюда, низкие показатели потенциальной возможности сердечной системы говорят о низкой сократительной способности миокарда, что в дальнейшем отражается высоким ростом ЧСС при малых и средних по интенсивности нагрузках. Так как по результатам тестирования у всех испытуемых лыжников-гонщиков (юношей) потенциальная работоспособность сердечной системы находилась на среднем и низком уровне, было предложено для всех юношей в 1 мезоцикле подготовки одинаково повысить средства «аэробной дистанции» до 70% всего запланированного времени физической подготовки (Таблица 3).

Таблица 3 - Результаты тестирования юношей лыжников-гонщиков на велоэргометре

№ спортсмена	Масса спортсмена (кг)	Мощность АЭП мышц ног (Ватт)	Относительная мощность АЭП (Вт/кг)	ЧСС АЭП мышц ног (уд/мин)	Мощность ЧСС ₁₈₀ (Ватт)	Относительная мощность ЧСС ₁₈₀ (Вт/кг)	Потенциальная мощность (Ватт)	Относительная потенциальная мощность (Вт/кг)
№ 1	64	135	2,11 ⁽²⁾	135	240	3,75 ⁽²⁾	330	5,16 ⁽³⁾
№ 2	65	105	1,62 ⁽¹⁾	138	210	3,23 ⁽¹⁾	300	4,62 ⁽²⁾
№ 3	76,5	115	1,5 ⁽¹⁾	145	215	2,81 ⁽¹⁾	323	4,22 ⁽¹⁾
№ 4	64,5	130	2,02 ⁽²⁾	141	230	3,57 ⁽²⁾	325	5,04 ⁽³⁾
№ 5	70	125	1,79 ⁽¹⁾	139	225	3,21 ⁽¹⁾	320	4,57 ⁽²⁾
№ 6	71,5	120	1,68 ⁽¹⁾	142	210	2,94 ⁽¹⁾	350	4,89 ⁽³⁾
№ 7	72	130	1,80 ⁽¹⁾	138	220	3,06 ⁽¹⁾	370	5,14 ⁽³⁾
№ 8	64	110	1,72 ⁽¹⁾	137	195	3,05 ⁽¹⁾	300	4,70 ⁽²⁾

Примечание: ⁽¹⁾ Оценка – низкая; ⁽²⁾ Оценка – ниже среднего; ⁽³⁾ Оценка – средняя; ⁽⁴⁾ Оценка – выше среднего; ⁽⁵⁾ Оценка – высокая.

Результаты повторного тестирования показали, что потенциальные возможности сердечной системы увеличились у всех исследуемых юношей. На рост работоспособности сердца повлиял высокий объем аэробной нагрузки. У трех юношей относительная потенциальная возможность сердца стала выше среднего уровня, у двух – среднего уровня, еще у двух – ниже среднего уровня и у одного – осталось на низком уровне. У спортсмена под «№ 3» произошел рост, но уровень относительной потенциальной возможности сердца остался также на низком уровне. Низкий уровень связан с тем, что у данного исследуемого самый высокий собственный вес тела, поэтому увеличение объема сердца проблематично и требует больше времени подготовки. С учетом низких показателей потенциальных возможностей сердца у юношей под «№ 2, 3, 5, 8» на следующий мезоцикл подготовки запланировано 60% аэробной нагрузки, а у остальных – 50% времени физической подготовки.

Относительная мощность аэробного порога и относительная мощность мышц ног при ЧСС₁₈₀ также выросли у всех исследуемых юношей. Относительная аэробная мощность по оценке у трех спортсменов составила ниже среднего уровня, у остальных – низкого уровня. Так как у всех исследуемых оценка аэробной мощности оказалась невысокой, нагрузка силового характера была увеличена на 25 и 30%. У тех спортсменов, у которых оценка оказалась низкого уровня, в следующем мезоцикле силовая тренировка была запланирована на 30%, а у кого – ниже среднего – на 25% от всего времени физической подготовки. Более высокие оценки потенциальных возможностей сердца у юношей под «№ 1, 4, 6, 7» позволили включить в их тренировочный процесс «скоростную» и «темповую» работу. Юношам под «№ 1, 4, 7» добавили 8% «скоростной» и 2% «темповой»

работы. А спортсмену под «№ 6» включили только 5% «скоростной» тренировки в связи со средней оценкой относительной потенциальной мощности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Данная методика исследования позволяет оценивать различные функциональные возможности лыжников-гонщиков (юношей) без особых сложностей и в дальнейшем на практике использовать полученные результаты для дифференцированного планирования тренировочного процесса. Положительная сторона исследования заключается в тестировании потенциальных и функциональных возможностей сердечной системы и мышц непосредственно под нагрузкой, что дает более точную информацию по каждому испытуемому перед следующим мезоциклом подготовки.

В лыжных гонках нижние конечности обеспечивают постепенно большой вклад в движение лыжника при увеличении скорости способом «double poling», чтобы поддерживать способность реагирования мышц верхней части тела [30]. Также отмечается, что аэробный энергетический вклад мышц ног у лыжников-гонщиков больше, нежели плечевого пояса [31]. Отсюда, в лыжных гонках значительный интерес несет в себе тестирование мышц нижних конечностей. Данное тестирование дает больше информации по работоспособности сердечной системы, так как максимальное потребление кислорода ограничено возможностями сердечной системой доставлять кислород к мышцам [32].

Первоначальное исследование лыжников показало, что у большинства исследуемых потенциальные возможности сердечной системы оказались на низком и частично среднем уровне. Это связано с тем, что в период восстановительного этапа подготовки, в течение 6 недель до

тестирования, была снижена физическая нагрузка и, соответственно, произошел спад потенциальной возможности сердечной системы. Либо у данных лыжников низкие оценки указывают на невысокое развитие функциональных возможностей сердца. Дальнейший дифференцированный подход в физической подготовке юных лыжников-гонщиков с учетом оценок тестирования мышц ног позволит на разных этапах более эффективно повысить спортивный результат, а также выполнять контроль за реакцией на нагрузку сердечно-сосудистой системы молодых спортсменов. В дополнение к данному исследованию следовало бы также отталкиваться от тестирования на велоэргометре мышц плечевого пояса и в комплексе составлять планирование физической подготовки с учетом оценок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, перед началом подготовительного сезона в лыжных гонках необходимо определение функциональных возможностей организма. Тест с применением возрастающей ступенчатой нагрузки позволяет получать срочную информацию для оценки аэробного порога, потенциальной возможности сердечной системы юношей, занимающихся лыжными гонками. Однако для того, чтобы ответить на вопрос, чем обусловлен зарегистрированный уровень аэробных возможностей рук и ног. В этой связи необходимо многократные исследования на сертифицированном оборудовании.

Результаты тестирования говорят о том, что перед началом подготовительного периода все спортсмены находятся на низком уровне функциональной и физической подготовленности. Поэтому во всех видах спорта, где выносливость является основой, одним из главных лимитирующих факторов тренированности считается функциональная работоспособность сердечной системы.

Разработанная оценка относительной потенциальной

работоспособности сердца в Вт/кг при ЧСС 190 уд/мин с учетом максимального потребления кислорода (МПК) для лыжников-гонщиков (юношей) позволяет своевременно контролировать качество реализации тренировочных нагрузок.

Список литературы

1. Holmberg H.-C. The elite cross-country skier provides unique insights into human exercise physiology. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2015; 25 (4): 100–109.
2. Calbet J.A.L., González-Alonso J., Helge J.W., Søndergaard H., Munch-Andersen T., Saltin B., Boushel R. Central and peripheral hemodynamics in exercising humans: leg vs arm exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2015; 25: 144-157.
3. Wallace S., Jordan M., Blake T., Doyle-Baker P. Heart rate variability in an elite female alpine skier: A case study. *Annals of Applied Sport Science*. 2017; 5 (2): 3-10.
4. Ванюшин М.Ю. Адаптация кардиореспираторной системы спортсменов к физической нагрузке повышающейся мощности : дис. ... канд. биол. наук. Казань. 2003: 141.
5. Ljdokova G.M., Volkova K.R. Content-analysis confounding factors in sport activities of powerlifters. *Journal of Organizational Culture, Communications and Conflict*. 2016; 20(3): 109-116.
6. Nurmekivi A., Karu T., Pihl E., Jürimäe T., Teppan J. Metabolic effect of strength endurance exercise complex in young cross-country skiers. *Biology of Sport*. 2008; 25(4): 297-306.
7. Losnegard T., Andersen M., Spencer M., Hallén J. Effects of active versus passive recovery in sprint cross-country skiing. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2015; 10(5): 630-635.
8. Antunes A.H., Alberton C.L., Finatto P., Pinto Stephanie S.; Cadore Eduardo L., Zaffari P., Krueel L.F.M. Active Female Maximal and Anaerobic Threshold Cardiorespiratory Responses to Six Different Water Aerobics Exercises. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2015; 86(3): 267-273.
9. Burtcher M., Gatterer H., Faulhaber M., Burtcher J. With age a lower individual breathing reserve is associated with a higher maximal heart rate. *Respiratory Physiology and Neurobiology*. 2018; 247: 61-64.
10. Gasser B.A., Hoppeler H.H. Performance Diagnostic in Cross-Country Skiing. *Human Movement*. 2015; 16(2): 83-87.
11. Formenti D., Trecroci A., Cavaggioni L., Caumo A., Alberti, G. Heart rate response to a marathon cross-country skiing race: a case study. *Sport Sciences for Health*. 2015; 11(1): 125-128.
12. Mendia-Iztueta I., Monahan K., Kyroläinen H., Hynynen E. Assessment of heart rate

variability thresholds from incremental treadmill tests in five cross-country skiing techniques. *PLoS ONE*. 2016; 11(1). e0145875

13. Hedman K., Tamás É., Henriksson J., Bjarnegård N., Brudin L., Nyl E. Female athlete's heart: Systolic and diastolic function related to circulatory dimensions. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2015; 25 (3): 372-381.

14. Prakash K., Sharma S. The Electrocardiogram in Highly Trained Athletes. *Clinics in Sports Medicine*. 2015; 34(3): 419-431.

15. Stickland M.K., Petersen S.R., Haykowsky M.J., Taylor D.A., Jones R.L. The effects of cycle racing on pulmonary diffusion capacity and left ventricular systolic function. *Respir Physiol Neurobiol*. 2003; 138: 291-299.

16. Polat M. An examination of respiratory and metabolic demands of alpine skiing. *Journal of Exercise Science and Fitness*. 2016; 14(2): 76-81.

17. Ettema G., Kveli E., Øksnes M., Sandbakk Ø. The role of speed and incline in the spontaneous choice of technique in classical roller-skiing. *Human Movement Science*. 2017; 55: 100-107.

18. Dahl C., Sandbakk Ø., Danielsen J., Ettema G. The role of power fluctuations in the preference of diagonal vs. double poling sub-technique at different incline-speed combinations in elite cross-country skiers. *Frontiers in Physiology*. 2017; 8: 94. DOI: org/10.3389/fphys.2017.00094

19. Nagle K.B. Cross-country skiing injuries and training methods. *Current Sports Medicine Reports*. 2015; 14(6): 442-447.

20. Polevshchikov M.M., Palagina N.I., Dorogova Y.A., Rozhentsov V.V., Blinova M.L. Using of paired pulses of light to assess the operability of physical training and sports. *Mediterranean Journal of Social Sciences*. 2015; 6(3): 221-230.

21. Abut F., Fatih Akay M. Machine learning and statistical methods for the prediction of maximal oxygen uptake: Recent advances. *Medical Devices: Evidence and Research*. 2015; 8: 369-379.

22. Ljdokova G.M., Volkova K.R., Pianzin A.I. Coach's contribution to coach-athlete interactions in powerlifting sport. Theory and practice of physical culture. 2017; 8: 72-7.

23. Fabre N., Mourot L., Zoppirolli C., Andersson E., Willis S.J., Holmberg H.C. Alterations in aerobic energy expenditure and neuromuscular function during a simulated cross-country skiathlon with the skating technique. *Human Movement Science*. 2015; 40: 326-340.

24. Cassirame J., Tordi N., Fabre N., Duc S., Durand F., Mourot L. Heart rate variability to assess ventilatory threshold in ski-mountaineering. *European Journal of Sport Science*. 2015; 15 (7): 615-622.

25. Onasch F., Killick A., Herzog W. Is there an optimal pole length for double poling in cross country skiing? *Journal of Applied Biomechanics*. 2017; 33(3): 197-202.

26. Gløersen Ø., Myklebust H., Hallén J., Federolf P. Technique analysis in elite athletes using principal component analysis. *Journal of Sports Sciences*. 2018; 36(2): 229-237.

27. Мякинченко Е.Б., Селуянов В.Н. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта. М.: ТВТ Дивизион. 2009: 360.

28. Гизатуллина Ч.А., Мутаева И.Ш. Пути индивидуализации подготовки бегунов на короткие дистанции на основе учета типологических особенностей кровообращения. Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2012; 3(24): 11-119. URL: <http://kamgifik.ru/magazin/journal.htm>.

30. Zoppirolli C., Pellegrini B., Modena R., Savoldelli A., Bortolan L., Schena F. Changes in upper and lower body muscle involvement at increasing double poling velocities: an ecological study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2017; 27 (11): 1292-1299.

31. Zinner C., Morales-Alamo D., Ørtenblad N., Larsen F.J., Schiffer T.A., Willis S.J., Gelabert-Rebato M., Perez-Valera M., Boushel R., Calbet J.A., Holmberg H.C. The Physiological Mechanisms of Performance Enhancement with Sprint Interval Training Differ between the Upper and Lower Extremities in Humans. *Front Physiol*. 2016; 30(7): 426.

32. Bassett Jr., D.R., Howley E.T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000; 32(1): 70-84.

33. Kuznetsova Z., Kuznetsov A., Mutaeva I., Khalikov G., Zakharova A., 2015. Athletes training based on a complex assessment of functional state. In *Proceedings of the 3rd International Congress on Sport Sciences Research and Technology support*. SCITEPRESS. P. 156-160 (Scopus).

34. Kuznetsov A., Mutaeva I., Kuznetsova Z., 2017. Diagnostics of Functional State and Reserve Capacity of young Athletes' Organism. In *Proceedings of the 5th International Congress on Sport Sciences Research and Technology support*. SCITEPRESS. P. 111-115 (Scopus).

References

1. Holmberg H.-C. The elite cross-country skier provides unique insights into human exercise physiology. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2015; 25 (4): 100-109.

2. Calbet J.A.L., González-Alonso J., Helge J.W., Søndergaard H., Munch-Andersen T., Saltin B., Boushel R. Central and peripheral hemodynamics in exercising humans: leg vs arm exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2015; 25: 144-157.

3. Wallace S., Jordan M., Blake T., Doyle-Baker P. Heart rate variability in an elite female alpine

- skier: A case study. *Annals of Applied Sport Science*. 2017; 5 (2): 3-10.
4. Vanyushin M.Y. Sportsmen's cardiorespiratory system adaptation to physical load of the increasing power: dissertation of the candidate of biological sciences. Kazan. 2003: 141.
 5. Ljdokova G.M., Volkova K.R. Content-analysis confounding factors in sport activities of powerlifters. *Journal of Organizational Culture, Communications and Conflict*. 2016; 20(3): 109-116.
 6. Nurmekivi A., Karu T., Pihl E., Jürimäe T., Teppan J. Metabolic effect of strength endurance exercise complex among young cross-country skiers. *Biology of Sport*. 2008; 25(4): 297-306.
 7. Losnegard T., Andersen M., Spencer M., Hallén J. Effects of active versus passive recovery in sprint cross-country skiing. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2015; 10(5): 630-635.
 8. Antunes A.H., Alberton C.L., Finatto P., Pinto Stephanie S., Cadore Eduardo L., Zaffari P., Krueel L.F.M. Active Female Maximal and Anaerobic Threshold Cardiorespiratory Responses to Six Different Water Aerobics Exercises. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2015; 86(3): 267-273.
 9. Burtcher M., Gatterer H., Faulhaber M., Burtcher J. With age a lower individual breathing reserve is associated with a higher maximal heart rate. *Respiratory Physiology and Neurobiology*. 2018; 247: 61-64.
 10. Gasser B.A., Hoppeler H.H. Performance Diagnostic in Cross-Country Skiing. *Human Movement*. 2015; 16(2): 83-87.
 11. Formenti D., Trecroci A., Cavaggioni L., Caumo A., Alberti, G. Heart rate response to a marathon cross-country skiing race: a case study. *Sport Sciences for Health*. 2015; 11(1): 125-128.
 12. Mendia-Iztueta I., Monahan K., Kyröläinen H., Hynynen E. Assessment of heart rate variability thresholds from incremental treadmill tests in five cross-country skiing techniques. *PLoS ONE*. 2016; 11(1). e0145875
 13. Hedman K., Tamás É., Henriksson J., Bjarnegård N., Brudin L., Nyl E. Female athlete's heart: Systolic and diastolic function related to circulatory dimensions. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2015; 25 (3): 372-381.
 14. Prakash K., Sharma S. Highly trained athletes' electrocardiogram. *Clinics in Sports Medicine*. 2015; 34(3): 419-431.
 15. Stickland M.K., Petersen S.R., Haykowsky M.J., Taylor D.A., Jones R.L. The effects of cycle racing on pulmonary diffusion capacity and left ventricular systolic function. *Respir Physiol Neurobiol*. 2003; 138: 291-299.
 16. Polat M. An examination of respiratory and metabolic demands of alpine skiing. *Journal of Exercise Science and Fitness*. 2016; 14(2): 76-81.
 17. Ettema G., Kveli E., Øksnes M., Sandbakk Ø. The role of speed and incline in the spontaneous choice of technique in classical roller-skiing. *Human Movement Science*. 2017; 55: 100-107.
 18. Dahl C., Sandbakk Ø., Danielsen J., Ettema G. The role of power fluctuations in the preference of diagonal vs. double poling sub-technique at different incline-speed combinations in elite cross-country skiers. *Frontiers in Physiology*. 2017; 8: 94. DOI: org/10.3389/fphys.2017.00094
 19. Nagle K.B. Cross-country skiing injuries and training methods. *Current Sports Medicine Reports*. 2015; 14(6): 442-447.
 20. Polevshchikov M.M., Palagina N.I., Dorogova Y.A., Rozhentsov V.V., Blinova M.L. Using of paired pulses of light to assess the operability of physical training and sports. *Mediterranean Journal of Social Sciences*. 2015; 6(3): 221-230.
 21. Abut F., Fatih Akay M. Machine learning and statistical methods for the prediction of maximal oxygen uptake: Recent advances. *Medical Devices: Evidence and Research*. 2015; 8: 369-379.
 22. Ljdokova G.M., Volkova K.R., Pianzin A.I. Coach's contribution to coach-athlete interaction in powerlifting sport. *Theory and practice of physical culture*. 2017; 8: 72-7.
 23. Fabre N., Mourot L., Zoppiroli C., Andersson E., Willis S.J., Holmberg H.C. Alterations in aerobic energy expenditure and neuromuscular function during a simulated cross-country skiathlon with the skating technique. *Human Movement Science*. 2015; 40: 326-340.
 24. Cassirame J., Tordi N., Fabre N., Duc S., Durand F., Mourot L. Heart rate variability to assess ventilatory threshold in ski-mountaineering. *European Journal of Sport Science*. 2015; 15 (7): 615-622.
 25. Onasch F., Killick A., Herzog W. Is there an optimal pole length for double poling in cross country skiing? *Journal of Applied Biomechanics*. 2017; 33(3): 197-202.
 26. Gløersen Ø., Myklebust H., Hallén J., Federolf P. Technique analysis in elite athletes using principal component analysis. *Journal of Sports Sciences*. 2018; 36(2): 229-237.
 27. Myakinchenko E.B., Seluyanov V.N. Local muscular endurance development in cyclic kinds of sport. Moscow.: TVT Divizion. 2009: 360.
 28. Gizatullina C.A., Mutaeva I.S. The ways of sprinters training individualization on the basis of typological peculiarities of blood circulation taking into. *Pedagogical-psychological and medical-biological problems of physical culture and sport*. 2012; 3(24): 11-119. URL: <http://kamgifik.ru/magazin/journal.htm>.
 29. Zoppiroli C., Pellegrini B., Modena R., Savoldelli A., Bortolan L., Schena F. Changes in upper and lower body muscle involvement at increasing double poling velocities: an ecological study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2017; 27 (11): 1292-1299.

31. Zinner C., Morales-Alamo D., Ørtenblad N., Larsen F.J., Schiffer T.A., Willis S.J., Gelabert-Rebato M., Perez-Valera M., Boushel R., Calbet J.A., Holmberg H.C. The Physiological Mechanisms of Performance Enhancement with Sprint Interval Training Differ between the Upper and Lower Extremities in Humans. *Front Physiol.* 2016; 30(7): 426.

32. Bassett Jr., D.R., Howley E.T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 2000; 32(1): 70-84.

33. Kuznetsova Z., Kuznetsov A., Mutaeva I.,

Khalikov G., Zakharova A., 2015. Athletes training based on a complex assessment of functional state. In *Proceedings of the 3rd International Congress on Sport Sciences Research and Technology support.* SCITEPRESS. P. 156-160 (Scopus).

34. Kuznetsov A., Mutaeva I., Kuznetsova Z., 2017. Diagnostics of Functional State and Reserve Capacity of young Athletes' Organism. In *Proceedings of the 5th International Congress on Sport Sciences Research and Technology support.* SCITEPRESS. P. 111-115 (Scopus).

Подано: 07.08.2018

Петров Роман Евгеньевич – кандидат педагогических наук, Елабужский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», 423604, Россия, г. Елабуга, ул. Казанская, дом 89.

Мутаева Ильсияр Шафиковна – профессор, кандидат биологических наук, Набережночелнинского колледжа (филиал) ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», 432807, Россия, г. Набережные Челны, ул. Батенчука дом 21, e-mail: mutaeva-i@mail.ru

Ионов Алексей Алексеевич – кандидат педагогических наук, Набережночелнинский колледж (филиал) ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», 432807, Россия, г. Набережные Челны, ул. Батенчука дом 21.

DOI 10.14526/2070-4798-2018-13-3-199-206

УДК 612.176.4:796+612.227:796

ВЛИЯНИЕ ТИПОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ КРОВООБРАЩЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ ПРИ НАГРУЗКЕ ПОВЫШАЮЩЕЙСЯ МОЩНОСТИ

Федоров Н.А.¹, Ванюшин Ю.С.¹, Елистратов Д.Е.¹

¹ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», Россия, г. Казань, nik-f-84@mail.ru, kaf.fv.kgau@mail.ru

Аннотация. Установлено, что типы кровообращения оказывают влияние на реакцию организма во время физических нагрузок. При этом высказываются противоречивые мнения о зависимости деятельности сердечно-сосудистой системы от особенностей кровообращения при физической нагрузке. Целью работы явилось определение показателей кардиореспираторной системы у спортсменов при нагрузке повышающейся мощности в зависимости от типологических особенностей кровообращения. **Материалы.** В