

Министерство спорта и туризма Республики Беларусь

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет физической культуры»

Т. В. Лойко

**Определение
физической работоспособности
юных спортсменов**

Методическое пособие

Минск
БГУФК
2012

УДК 796.012.1(075)

ББК 75.0я7

Л172

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом БГУФК

Рецензенты:

доктор педагогических наук, профессор, Заслуженный тренер
Республики Беларусь *Т. П. Юшкевич;*

кандидат медицинских наук, доцент, зав. кафедрой лечебной
физической культуры БГУФК *В. П. Приходько*

Лойко, Т. В.

Л172 Определение физической работоспособности юных спортсменов : метод. пособие / Т. В. Лойко; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск: БГУФК, 2012. – 27 с.

ISBN 978-985-7023-53-0.

В методическом пособии рассмотрены факторы, определяющие уровень физической работоспособности юных спортсменов, предложены некоторые методики ее определения у данного контингента.

Издание предназначено для студентов, аспирантов, тренеров.

УДК 796.012.1(075)

ББК 75.0я7

ISBN 978-985-7023-53-0

© Лойко Т. В., 2012

© Оформление. УО «Белорусский государственный университет физической культуры», 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Факторы, определяющие уровень физической работоспособности юных спортсменов	5
Особенности определения физической работоспособности юных спортсменов	8
Методики оценки физической работоспособности юных спортсменов	10
Определение физической работоспособности по величине относительного МПК с использованием степ-тестовой нагрузки (по А. А. Гуминскому и др., 1984)	10
Определение PWC_{170} с использованием степ-тестовой нагрузки (в модификации М. Ф. Сауткина, 1979)	13
Определение PWC_{170} с использованием велоэргометрической нагрузки	14
Определение PWC_{170} с использованием пробы с 20 приседаниями (по А. В. Астахову, 2007)	15
Список использованной литературы	16
ПРИЛОЖЕНИЕ	19

ВВЕДЕНИЕ

Достижение высокого результата во многих видах спорта, особенно циклических, невозможно без высокой физической работоспособности спортсмена. Не случайно факторы, определяющие уровень физической работоспособности и тренированности, частично совпадают. К ним, например, относятся аэробная и анаэробная производительность, сила мышц, мотивация, состояние здоровья [3].

Уровень физической работоспособности напрямую зависит от морфологического состояния и функциональных возможностей различных систем организма, степени их взаимодействия и надежности функционирования при выполнении мышечной деятельности [1, 19].

Достоверно судить о физической работоспособности спортсмена по отдельным факторам, определяющим ее величину, невозможно. Например, у гимнаста, обладающего отлично развитой мускулатурой и хорошей координацией, аэробные возможности организма могут быть невысокими. Поэтому оценивать уровень его физической работоспособности только на основе измерения максимального потребления кислорода (МПК) или определения мощности нагрузки, выполняемой на частоте сердечных сокращений (ЧСС), равной примерно 170 уд/мин (тест PWC_{170}), нерацionalmente. Такой подход может привести к неверному заключению.

Основные факторы, определяющие рост физической работоспособности юных и высококвалифицированных взрослых спортсменов, различны. У детей и подростков работоспособность повышается в основном за счет биохимической адаптации тканей и морфофункциональных перестроек в органах и системах организма, происходящих в процессе спортивной тренировки. Рост физической работоспособности взрослых высококвалифицированных спортсменов обеспечивается не столько увеличением их функциональных возможностей (например, величина МПК у них на протяжении многих лет может сохраняться неизменной), сколько совершенствованием механизмов нейрогуморальной регуляции различных процессов, протекающих в организме при мышечной деятельности [5, 9].

В спортивной практике определение физической работоспособности детей и подростков необходимо не только при проведении отбора в секции по видам спорта, но и при планировании их тренировочного процесса по периодам годового цикла и этапам многолетней спортивной тренировки, прогнозировании спортивного результата.

Факторы, определяющие уровень физической работоспособности юных спортсменов

Термин «*физическая работоспособность*» является комплексным понятием, определение которого на протяжении ряда лет неизменно дополняется и уточняется. В изданиях из области спортивной медицины, относящихся к концу 70-х – началу 90-х годов XX века, физическая работоспособность определяется как «потенциальная способность человека проявлять максимум физических усилий в статической, динамической и смешанной работе» [1, 3].

В толковом словаре спортивных терминов начала XXI века приводится несколько иное, более точное определение этого понятия. В нем физическая работоспособность рассматривается в качестве «потенциальной способности спортсмена на протяжении заданного времени и с определенной эффективностью выполнять максимально возможный объем тренировочных и соревновательных нагрузок (упражнений)» [20].

В одном из физиологических журналов, вышедших в свет в 2007 году, представлено, пожалуй, наиболее удачное и полное определение термина. В нем физическая работоспособность раскрывается в качестве «интегральной психофизической характеристики организма, отражающей свойства скелетных мышц, вегетативное, субстратное и энергетическое обеспечение, нервную и гуморальную регуляцию, а также психо-психические свойства и мотивацию индивида, количественно выражающейся в величине объема и (или) интенсивности (мощности) произведенной работы» [19].

Уровень физической работоспособности каждого человека, независимо от его пола, возраста и уровня тренированности, определяется рядом объективных факторов [1, 3, 8, 9, 11, 16, 19]:

- телосложением и уровнем физического развития;
- мощностью и емкостью механизмов аэробной и анаэробной энергопродукции;
- эффективностью нейроэндокринной регуляции процессов энергообеспечения мышечной деятельности;
- состоянием опорно-двигательного аппарата, в частности уровнем подвижности суставов;
- силой и выносливостью мышц, а также качеством внутри- и межмышечной координации;
- функциональными возможностями системы крови, кровообращения и дыхания;

- психическим состоянием (темпераментом, способностью противостоять утомлению, мотивацией);
- состоянием здоровья;
- степенью закреплённости двигательного навыка.

Значимость отдельных факторов физической работоспособности для эффективного выполнения мышечной деятельности зависит от характера выполняемой нагрузки, ее интенсивности и длительности [1].

Для достижения высокого уровня физической работоспособности юного спортсмена важны не столько абсолютные параметры отдельных морфофункциональных признаков, сколько их оптимальное соотношение. Оно может быть нарушено в результате применения неадекватных тренировочных нагрузок, выполнение которых сопровождается чрезмерным расходом энергетических и пластических ресурсов. Нарушение энергетического баланса влечет за собой снижение приспособительных возможностей детского организма, перенапряжение его органов и систем, развитие в них патологических изменений [1, 9].

Наиболее уязвимым звеном в цепи факторов, влияющих на уровень физической работоспособности, являются функциональные возможности системы кровообращения и состояние механизмов вегетативной регуляции сердечной деятельности [8, 16, 21]. Не случайно первыми признаками дизадаптации юного спортсмена к тренировочным воздействиям и снижения его работоспособности при использовании чрезмерных физических нагрузок или недостаточном отдыхе между ними являются [7, 21]:

1. Нарушение условных рефлексов, регулирующих работу сердца.
2. Снижение функциональных резервов системы кровообращения.

Для расширения приспособительных возможностей сердечно-сосудистой системы и совершенствования регуляторных влияний на работу сердца со стороны вегетативной нервной системы следует как можно шире использовать упражнения, выполняемые в зоне аэробного энергообеспечения мышечной деятельности. На начальных этапах многолетней спортивной подготовки данное средство тренировочного воздействия имеет особую значимость. Именно в этот период формируются не только оптимальный для каждого спортсмена вариант регулирования вегетативных функций, но и эффективные механизмы адаптации к мышечной деятельности. В дальнейшем они сравнительно мало совершенствуются [9, 11, 21].

При наборе детей и подростков в детско-юношеские спортивные школы, разработке и реализации программы подготовки спортивного резерва необходимо учитывать тот факт, что уровень развития отдельных компонентов физической работоспособности ребенка в первую очередь опреде-

ляется его наследственностью. Доля генотипической составляющей в фенотипической изменчивости показателей как аэробной, так и анаэробной работоспособности составляет в среднем 85 % [1, 2, 4, 9, 10, 12, 13, 14].

В результате взаимодействия генотипа человека с внешними (средовыми) факторами, важнейшим из которых является спортивная тренировка, наследственные задатки преобразуются в конкретные способности. Для оптимизации этого процесса в условиях тренировочной деятельности необходимо иметь четкое представление о генетических особенностях конкретного юного спортсмена. Только на этой основе можно построить эффективную систему подготовки спортивного резерва в различных видах спорта, в которой адекватные физические нагрузки в обязательном порядке сочетаются с разнообразными средствами восстановления физической работоспособности. При этом следует помнить, что даже многолетняя целенаправленная спортивная тренировка не способна изменить генотип юного спортсмена, она лишь влияет на степень выраженности индивидуально приобретаемых им свойств и способностей [4, 9, 13, 14].

В настоящее время установлена связь 187 генетических маркеров человека с физической работоспособностью и предрасположенностью к тому или иному виду спорта [4]. Особого внимания заслуживают гены, определяющие функции сердечно-сосудистой системы. Важнейшим среди них является ген ангиотензин конвертирующего фермента (АКФ) [2, 10, 12, 13, 14].

У человека имеется несколько форм этого гена. В нем может присутствовать или отсутствовать участок длиной 287 пар нуклеотидов, содержащий регуляторный элемент. Такое явление называется генетическим полиморфизмом. При наличии этого участка наблюдается пониженная активность АКФ в крови и тканях. При его отсутствии активность АКФ повышена. Изменение активности АКФ соответствующим образом изменяет концентрацию в крови ангиотензина II, что отражается на внутриклеточном метаболизме многих тканей. Являясь важнейшим регулятором гемодинамики, ангиотензин II также способен усиливать синтез структурных белков в клетках миокарда, что приводит к гипертрофии сердечной мышцы [12, 13, 14].

На основе распределения I- и D-аллелей выделяют 3 генетических варианта полиморфизма АКФ: I/I, I/D и D/D. Наиболее высокий уровень физической работоспособности потенциально способны демонстрировать носители генотипа I/I (в 7-8 раз выше по сравнению с носителями генотипа D/D) [2, 13, 14, 22].

Взаимодействие генотипа спортсмена и тренировочных воздействий характеризуется возрастной изменчивостью. Она выражается в неравно-

мерности темпов и величин прироста функциональных показателей и физической работоспособности под влиянием спортивной тренировки в разные возрастные периоды [9].

Высшая нервная деятельность дошкольников и младших школьников характеризуется выраженным преобладанием процессов возбуждения. Это обуславливает достаточно высокий уровень двигательной активности, который обеспечивает правильное физическое развитие и достаточно высокую для них физическую работоспособность [1].

В подростковом возрасте в организме юного спортсмена происходят глубокие нейроэндокринные перестройки, связанные с его половым созреванием. Они ухудшают рефлекторную регуляцию двигательной деятельности и увеличивают вегетативные сдвиги при нагрузке. Кроме того, значительное увеличение концентрации тестостерона в крови (у мальчиков более, чем в 20 раз, у девочек – в 4 раза) способствует бурному росту костей и мышечной массы [19]. Нередко развитие опорно-двигательного аппарата значительно опережает темпы роста сердца, что затрудняет адекватное кровоснабжение работающих мышц. Все это в совокупности снижает физическую работоспособность подростков. По данным Е. В. Рысевец, она снижена у 43,3 % детей в возрасте 9–14 лет [15]. Это не позволяет использовать в их тренировочном процессе средства и методы физического воздействия, характерные для спорта высших достижений. В целом в период полового созревания на уровень физической работоспособности в большей степени влияют гормональные сдвиги, происходящие в организме юного спортсмена. Влияние тренировочных нагрузок выражено гораздо слабее [9].

В юношеском возрасте завершается возрастное развитие и биологическое созревание всех структур и функций организма, окончательно формируются эффективные механизмы регуляции нервно-мышечного аппарата и вегетативных систем. Это значительно экономизирует их деятельность при нагрузке. Физиологические резервы организма достигают своего максимума. С этого момента спортивная тренировка становится ведущим фактором роста физической работоспособности [5, 9, 19].

Особенности определения физической работоспособности юных спортсменов

Считается, что достоверно оценить как общую, так и специальную физическую работоспособность взрослых высококвалифицированных спортсменов можно при использовании только одного неспецифиче-

ского теста. Для объективной оценки уровня физической работоспособности юных спортсменов необходимо использовать комплекс тестов и показателей, позволяющих получить достоверную информацию о мощности и емкости энергетических процессов, эффективности механизмов регуляции физиологических систем организма, в первую очередь кровообращения, в период мышечной деятельности. Данный подход должен являться основой физиологического и педагогического тестирования как в физическом воспитании, так и спортивной тренировке детей и подростков. При этом особое внимание следует уделять ведущим факторам физической работоспособности для конкретного вида спорта [1, 3, 5, 6, 19].

Выделяют *прямые* и *косвенные* показатели физической работоспособности [17, 18]. *Прямыми*, или количественными, показателями являются объемы и интенсивность выполненной работы, количество набранных баллов или очков. *Косвенными*, или качественными, показателями служат различные физиологические, биохимические и психофизиологические константы, отражающие реакцию организма на выполнение физической нагрузки. Например, частота сердечных сокращений, систолический объем крови, концентрация в крови молочной кислоты, величина кислородного долга, максимальное потребление кислорода (МПК) и т. д.

Достоверно оценить физическую работоспособность юных спортсменов можно по совокупности именно косвенных показателей. Их снижение в пределах до 15 % от исходного уровня указывает на развитие утомления. Ухудшение анализируемых показателей на 16–19 % свидетельствует о возникновении хронического утомления. Снижение на $\geq 20\%$ указывает на развитие таких патологических состояний, как переутомление и перетренированность [17].

Приспособительные возможности организма, его энергетический и функциональный потенциал достаточно сложно оценить на основе однократного тестирования физической работоспособности. Это обуславливает необходимость проведения длительного специально организованного наблюдения за реакцией организма юного спортсмена на выполнение физических нагрузок в различных микро-, мезо- и макроциклах спортивной тренировки с последующей оценкой динамики наиболее информативных физиологических и биохимических показателей [9].

В спортивной практике одним из наиболее известных методов оценки физической работоспособности является тест PWC_{170} . Он позволяет

определить не только мощность аэробной (окислительной) системы энергообеспечения мышечной деятельности, которая мало изменяется в возрасте от 7 до 17 лет, но и функциональные возможности системы кровообращения, от которых напрямую зависит адекватное снабжение мышц кислородом, энергетическими и пластическими ресурсами [2].

К сожалению, данный метод является достаточно трудоемким и редко используется в детско-юношеском спорте, особенно при проведении массовых обследований юных спортсменов (например, в рамках углубленного медицинского осмотра). Чаще всего медицинские работники ограничиваются определением максимума аэробной мощности, которую принято считать главным фактором физической работоспособности. С этой целью обычно используется степ-тестовая нагрузка, позволяющая определить величину МПК [1, 3].

В данном пособии представлено несколько простейших методик оценки физической работоспособности юных спортсменов. Их применение позволит тренеру без значительных затрат времени (тесты могут выполняться фронтальным методом) при минимальном использовании технических средств (достаточно секундомера и гимнастической скамейки) регулярно получать объективную информацию о динамике функциональной подготовленности своих учеников в процессе спортивной тренировки. Следует учитывать, что достоверность оценки уровня физической работоспособности юных спортсменов значительно возрастает в случае, когда контрольные мероприятия проводятся после дня отдыха.

Методики оценки физической работоспособности юных спортсменов

Предлагаемые методики предназначены для обследования детей школьного возраста.

Определение физической работоспособности по величине относительного МПК с использованием степ-тестовой нагрузки (по А. А. Гуминскому и др., 1984)

Обследуемые совершают восхождения и спуски со скамейки высотой 35 см (можно использовать обычные гимнастические скамейки, для которых, в случае необходимости, делают подставки для обеспечения со-

ответствующей высоты) в темпе 20 шаговых циклов в 1 минуту. Темп движения задается метрономом или электронным секундомером (80 сигналов в 1 минуту). Работа длится 4 минуты. В конце 4-й минуты (в устойчивом состоянии) у обследуемых определяется частота сердечных сокращений за 10 секунд с пересчетом на 1 минуту.

С учетом возраста, пола и массы тела исследуемого, а также ЧСС после нагрузки в соответствующей таблице (приложение) находят величину относительного МПК (мл/мин/кг). Если в таблице нет значений массы тела и ЧСС, измеренных при обследовании, то искомый показатель рассчитывается по схеме, описание которой приводится ниже.

Шаг 1-й. Определяется мощность выполненной работы по следующей формуле:

$$N = P \times 0,35 \times 40 \times K,$$

где N – мощность работы, кгм/мин;

P – масса тела исследуемого, кг;

0,35 – высота скамейки, м;

40 – суммарное количество подъемов и спусков за 1 минуту;

K – поправочный коэффициент (таблица 1).

Таблица 1 – Величина поправочного коэффициента (K) в зависимости от возраста

Возраст в годах	Поправочный коэффициент (K)	
	мальчики	девочки
8-12	1,2	1,2
13-14	1,3	1,3
15-16	1,4	1,3

Шаг 2-й. Определяется величина абсолютного МПК (л/мин) по следующей формуле:

$$\text{МПК} = A \times \sqrt{\frac{N}{\text{ЧСС} + H}} \times B,$$

где МПК – максимальное потребление кислорода, л/мин;

A – эмпирическая поправка к формуле (таблица 2);

N – мощность работы, кгм/мин;

ЧСС – частота сердечных сокращений после нагрузки;

H – возрастно-половая поправка (таблица 2); B – возрастной коэффициент (таблица 3).

Шаг 3-й. Определяется величина относительного МПК (мл/мин/кг) по следующей формуле:

$$\text{МПК} = \frac{\text{МПК, мл/мин}}{\text{масса тела, кг}}$$

Оценка физической работоспособности в зависимости от величины относительного МПК представлена в таблице 4.

Таблица 2 – Эмпирическая поправка (А) и возрастно-половая поправка (П) для расчета МПК

Возраст в годах	А		П	
	мальчики	девочки	мальчики	девочки
8	1,05	0,80	30	30
9	1,11	0,85	30	30
10	1,11	0,95	30	30
11	1,15	0,95	40	30
12	1,20	0,98	50	40
13	1,20	0,98	50	40
14	1,25	1,05	60	40
15	1,27	1,05	60	40
16	1,29	1,10	60	40

Таблица 3 – Возрастной коэффициент (В)

Возраст в годах	8	9	10	11	12	13	14	15	16
В	0,931	0,922	0,914	0,907	0,900	0,891	0,833	0,878	0,868

Таблица 4 – Оценка физической работоспособности детей и подростков по величине относительного МПК (А. А. Гуминский и др., 1984)

МПК, мл/мин/кг		Оценка физической работоспособности
мальчики	девочки	
55–60	45–50	Отлично
50–54	40–44	Хорошо
45–49	35–39	Удовлетворительно
44 и ниже	34 и ниже	Неудовлетворительно

Определение PWC_{170} с использованием степ-тестовой нагрузки (в модификации М. Ф. Сауткина, 1979)

В течение 3 минут выполняется первая степ-тестовая нагрузка (высота ступеньки 30 см) в темпе 20 подъемов и спусков в 1 минуту. По ее окончании измеряется частота сердечных сокращений за 10 с ($ЧСС_1$). Через 1 минуту отдыха выполняется вторая 3-минутная нагрузка в темпе 30 подъемов и спусков в 1 минуту. По ее окончании повторно измеряется частота сердечных сокращений за 10 с ($ЧСС_2$).

С учетом полученных данных в таблице 5 находят относительную величину PWC_{170}

Таблица 5 – Относительная величина PWC_{170} (кг/мин/кг) в двухступенчатом степ-тесте

ЧСС ₂ , ударов за 10 с	ЧСС ₁ , ударов за 10 с										
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
20	20,8	25,8	40,8								
21	17,4	19,6	24,0	37,2							
22	15,4	16,5	18,4	22,2	33,6						
23	14,0	14,6	15,6	17,2	20,2						
24	13,0	13,4	13,9	14,7	16,0	18,6					
25	12,3	12,5	12,8	13,2	13,8	14,8	16,8				
26	11,7	11,9	12,0	12,2	12,5	12,9	13,6	15,0			
27	11,3	11,3	11,4	11,5	11,6	11,8	12,0	12,4	13,2		
28			10,9	10,8	11,0	11,0	11,1	11,2	11,4		
29				10,5	10,5	10,5	10,4	10,3	10,2	10,0	
30					10,1	10,1	9,9	9,8	9,6	9,3	
31							9,7	9,6	9,4	9,2	8,9
32								9,3	9,2	8,9	8,6

Если в таблице 5 отсутствуют необходимые значения $ЧСС_1$ или $ЧСС_2$, то относительная величина PWC_{170} рассчитывается по следующей формуле:

$$PWC_{170} \text{ (кг/мин/кг)} = 10,8 \times \frac{28 - ЧСС_1}{ЧСС_2 - ЧСС_1}$$

Для расчета абсолютной величины PWC_{170} (кг/мин) полученные данные необходимо умножить на вес исследуемого.

В таблице 6 представлены стандартные величины PWC_{170} у детей и подростков.

Таблица 6 – Стандартные величины PWC_{170} у детей и подростков (Л. И. Абротимова, В. Е. Карасик, 1982)

Возраст, лет	PWC_{170}			
	мальчики		девочки	
	кг/мин	кг/мин/кг	кг/мин	кг/мин/кг
10	431	11,9	385	12,6
11	499	12,7	437	11,9
12	607	14,8	482	11,7
13	657	14,0	516	11,1
14	760	14,3	574	11,2
15	836	14,9	619	11,2

Определение PWC_{170} с использованием велоэргометрической нагрузки

Выполняется 9-минутная велоэргометрическая нагрузка (частота вращения педалей – 60–70 оборотов в минуту) ступенчато возрастающей мощности. Продолжительность каждой ступени составляет 3 минуты. В конце 1, 2 и 3-й ступени (соответственно в конце 3, 6 и 9-й минут работы) в течение 15 секунд измеряется ЧСС с пересчетом на 1 минуту.

Мощность нагрузки на 1-й ступени теста задается из расчета 1 Вт на 1 кг массы тела исследуемого. Для детей с хорошей физической подготовленностью мощность первой нагрузки может быть увеличена до 1,25 Вт/кг. Для детей с низким уровнем физической подготовленности ее целесообразно снизить до 0,75 Вт/кг.

Если в конце 1-й ступени теста ЧСС превышает 155 уд/мин, то исследование прекращают. Повторить его можно на следующий день, при этом мощность нагрузки на 1-й ступени теста необходимо снизить.

Увеличение мощности нагрузки на 2-й ступени теста зависит от величины ЧСС в конце 3-й минуты работы (таблица 7).

Увеличение мощности нагрузки на 3-й ступени теста зависит от величины ЧСС в конце 6-й минуты работы (таблица 8).

Расчет PWC_{170} (Вт) производится по следующей формуле:

$$PWC_{170} = \frac{(W_3 - W_2)}{(ЧСС_3 - ЧСС_2)} \times (170 - ЧСС_3) + W_3,$$

где W_2 – мощность нагрузки на 2-й ступени теста, Вт;

W_3 – мощность нагрузки на 3-й ступени теста, Вт;

ЧСС₂ – частота сердечных сокращений в конце нагрузки на второй ступени теста, уд/мин;

ЧСС₃ – частота сердечных сокращений в конце нагрузки на третьей ступени теста, уд/мин.

Примечание: 1 Вт = 6 кгм/мин.

Таблица 7 – Увеличение нагрузки на 2-й ступени теста в зависимости от величины ЧСС на 3-й минуте работы

ЧСС в конце 3-й минуты работы, уд/мин	Увеличение мощности нагрузки на 2-й ступени теста, %
< 100	70
101–110	60
111–120	50
121–130	40
131–140	30
141–150	20
151–155	10

Таблица 8 – Увеличение нагрузки на 3-й ступени теста в зависимости от величины ЧСС на 6-й минуте работы

ЧСС в конце 6-й минуты работы, уд/мин	Увеличение мощности нагрузки на 3-й ступени теста, %
<130	70
131–140	50
141–150	30
151–165	10

Определение PWC_{170} с использованием пробы с 20 приседаниями (по А. В. Астахову, 2007)

Выполняется проба с 20 приседаниями за 30 секунд. Сразу после нагрузки измеряется ЧСС за 10 секунд с пересчетом на 1 минуту. По полученным данным рассчитывается PWC_{170} :

$$PWC_{170} \text{ (кгм/мин)} = (6,6 - 0,5 \times \sqrt{\text{ЧСС}}) > 1000,$$

где 6,6 – постоянная константа;

0,5 – расчетный коэффициент;

ЧСС – частота сердечных сокращений после 20 приседаний за 30 с.

Список использованной литературы

1. Аулик, И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. – М.: Медицина, 1979. – 195 с.
2. Гилеп, И. Л. Взаимосвязь уровня физической работоспособности с полиморфными группами гена FRA у спортсменов различных видов единоборств / И. Л. Гилеп, И. Л. Рыбнина // Адаптационные механизмы регуляции функций организма при мышечной деятельности (научно-педагогическая школа А. А. Семкина): материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 16 апр. 2008 г. / М-во спорта и туризма Респ. Беларусь. Нац. олимп. ком. Респ. Беларусь. Белорус. гос. ун-т физ. культуры; редкол.: М. Е. Кобринский (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГУФК, 2008. – С. 37–42.
3. Детская спортивная медицина: руководство для врачей; под ред. С. Б. Тихвинского, С. В. Хрущева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1991. – 560 с.
4. Ильин, В. Н. Проблемы и перспективы развития молекулярной генетики физической активности / В. Н. Ильин, С. Б. Дроздовская // Спортивная медицина. – 2007. – № 2. – С. 10–19.
5. Корженевский, А. Н. Информативность энергетических показателей для оценки физической работоспособности и подготовленности спортсменов / А. Н. Корженевский // Теория и практика физической культуры. – 1994. – № 9. – С. 25–30.
6. Криволапчук, И. А. Энергообеспечение мышечной деятельности детей 5–6 лет и комплексная оценка физической работоспособности / И. А. Криволапчук // Физиология человека. – 2009. – Т. 35. – № 2. – С. 76–87.
7. Кудря, О. Н. Вегетативная регуляция работы сердечно-сосудистой системы и системы энергообеспечения мышечной деятельности при выполнении дозированных нагрузок юными спортсменами / О. Н. Кудря, В. В. Вернер // Теория и практика физической культуры. – 2009. – № 3. – С. 36–41.
8. Михайлова, А. В. Кардиальные факторы, лимитирующие физическую работоспособность спортсменов / А. В. Михайлова, А. В. Смоленский // Современный Олимпийский и Параолимпийский спорт и спорт для всех: материалы XII Междунар. науч. конгр.: в 2 т. / Рос. гос. ун-т физ. культуры, спорта и туризма. – М.: Физическая культура, 2008. – Т. 2. – С. 317–318.
9. Москатова, А. К. Физиологические факторы спортивной работоспособности и их наследственная обусловленность: лекция для студентов.

слушателей факультета усовершенствования и аспирантов ГЦОЛИФКа / А. К. Москатова: Гос. центр. ордена Ленина ин-т физ. культуры. – Москва, 1985. – 47 с.

10. Взаимосвязь полиморфизма гена ангиотензин-конвертирующего фермента с успешностью соревновательной деятельности пловцов высокой квалификации / А. И. Нехвядович [и др.] // Мир спорта. – 2009. – № 2. – С. 71–75.

11. Приходько, В. И. Определение физической работоспособности у учащихся с синдромом вегетативной дисфункции / В. И. Приходько, Н. Б. Баранникова // Мир спорта. – 2006. – № 3. – С. 64–66.

12. Rogozkin, V. A. Генетические маркеры физической работоспособности человека / В. А. Rogozkin, И. Б. Назаров, В. И. Казаков // Наука в олимпийском спорте. – 2005. – № 5. – С. 97–100.

13. Rogozkin, V. A. Генетические маркеры физической работоспособности человека / В. А. Rogozkin // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 12. – С. 34–36.

14. Rogozkin, V. A. Расшифровка генома человека и спорт / В. А. Rogozkin // Теория и практика физической культуры. – 2001. – № 6. – С. 60–63.

15. Рысеев, Е. В. Особенности адаптации детей 9–14 лет к физическим нагрузкам / Е. В. Рысеев // Вестник спортивной Беларуси. – 1994. – № 1. – С. 28–31.

16. Смоленский, А. В. Влияние пролапса митрального клапана и аномально расположенных хорд левого желудочка на процессы адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам / А. В. Смоленский, А. В. Михайлова // Современный Олимпийский и Параолимпийский спорт и спорт для всех: материалы XII Междунар. науч. конгр.: в 2 т. / Рос. гос. ун-т физ. культуры, спорта и туризма. – М.: Физическая культура, 2008. – Т. 2. – С. 325–326.

17. Солодков, А. Функциональные состояния и работоспособность спортсмена / А. Солодков, О. Аксютин // Олимпийский спорт и спорт для всех: тез. докл. V междунар. науч. конгр., Минск, 5–7 июня 2001 г. / М-во спорта и туризма Респ. Беларусь, Нац. олимп. комитет Респ. Беларусь, Белорус. гос. акад. физ. культуры, Белорус. олимп. акад.; редкол.: М. Е. Кобринский (председатель) [и др.]. – Минск: БГАФК, 2001. – С. 475.

18. Солодков, А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник / А. С. Солодков, Е. Б. Солодуб. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Советский спорт, 2008. – 620 с.

19. Сопькин, В. Д. Физическая работоспособность и энергообеспечение мышечной функции в постнатальном онтогенезе человека / В. Д. Сопькин // Физиология человека. – 2007. – Т. 33. – № 3. – С. 81–89.

20. Терминология спорта. Толковый словарь спортивных терминов / Сост. Ф. П. Суслов, Д. А. Тышлер. – М.: СпортАкадемПресс, 2001. – 480 с.

21. Юшкевич, Т. П. Управление тренировочной нагрузкой юных спринтеров на основе показателей функционального контроля: метод. рекомендации / Т. П. Юшкевич, В. И. Приходько, Т. В. Лойко. – Минск: БГУФК, 2011. – 26 с.

22. Insertion/deletion polymorphism of the angiotensin I-converting enzyme end arterial oxygen saturation at high altitude / D. Wods. / [et al] // Fm. J. Respir. Crit. Care Med. – 2002. – Vol. 166, № 3. – P. 362–366.

Таблица 1 – Величина МПК (мл/мин/кг) у мальчиков 8–9 лет в зависимости от массы тела и ЧСС после нагрузки
(А. А. Гуминский и др., 1984)

ЧСС, уд/мин	Масса тела, кг																	
	8 лет									9 лет								
	20	22	24	26	28	30	32	34	36	22	24	26	28	30	32	34	36	38
126	65	62	59	57	55	53	51	50	48	65	62	59	57	55	54	52	50	49
128	64	61	58	56	54	52	51	49	48	64	61	59	57	55	53	51	50	49
130	63	60	58	56	54	52	50	49	47	63	61	58	56	54	52	51	49	48
132	60	60	57	55	53	51	50	48	47	63	60	57	56	53	52	50	49	48
134	62	59	57	55	53	51	49	48	46	62	60	57	55	53	51	50	48	47
136	62	59	56	54	52	50	49	47	46	61	59	57	54	53	51	49	48	47
138	61	58	56	54	52	50	48	47	45	61	58	56	54	52	50	49	48	46
140	60	58	55	53	51	49	48	46	45	60	58	55	54	52	50	49	47	46
142	60	57	55	53	51	49	47	46	45	60	57	55	53	51	50	48	47	46
144	59	57	54	52	50	49	47	46	44	59	57	54	53	51	49	48	46	45
146	59	56	54	52	50	48	47	45	44	59	56	54	52	50	49	47	46	45
148	58	56	53	51	49	48	46	45	44	58	56	54	52	50	48	47	46	44
150	58	55	53	51	49	47	46	44	43	58	55	53	51	49	48	46	45	44
152	57	55	52	50	49	47	45	44	43	57	55	53	51	49	47	46	45	44
154	57	54	52	50	48	47	45	44	42	57	54	52	50	49	47	46	44	43
156	56	54	52	50	48	46	45	43	42	56	54	52	50	48	47	45	44	43
158	56	54	51	49	47	46	44	43	42	56	53	51	49	47	46	45	43	42
160	56	53	51	49	47	45	44	43	41	56	54	51	50	48	46	45	44	43
162	55	53	50	48	47	45	44	42	41	55	53	50	49	47	46	44	43	42
164	55	53	50	48	47	45	44	42	41	55	52	50	48	47	45	44	43	42
166	54	52	50	48	47	45	44	42	41	54	52	50	48	46	45	44	42	41
168	54	51	49	47	46	44	43	41	40	54	52	49	48	46	45	44	42	41
170	54	51	49	47	45	44	42	41	40	53	51	49	47	46	44	43	42	41

Таблица 2 – Величина МПК (мл/мин/кг) у мальчиков 10–11 лет в зависимости от массы тела и ЧСС после нагрузки (А. А. Гуминский и др., 1984)

ЧСС, уд/мин	Масса тела, кг																	
	10 лет									11 лет								
	24	26	28	30	32	34	36	38	40	30	32	34	36	38	40	42	44	46
126	61	59	57	55	53	51	50	47	47	60	58	56	54	53	52	50	49	48
128	61	58	56	54	53	51	50	48	47	59	57	55	54	52	51	50	49	48
130	60	58	56	54	52	50	49	48	46	58	56	55	53	52	50	49	48	47
132	59	57	55	53	51	50	49	47	46	58	56	54	53	51	50	49	48	46
134	59	57	54	53	51	49	48	47	46	57	55	53	52	51	49	48	47	46
136	58	56	54	52	50	49	48	46	45	56	55	53	51	50	49	48	47	45
138	58	55	53	52	50	49	47	46	45	56	54	52	51	50	48	47	46	45
140	57	55	53	51	50	48	47	45	44	55	54	52	50	49	48	47	46	45
142	57	54	53	51	49	48	46	45	44	55	53	51	50	49	47	46	45	44
144	56	54	52	50	49	47	46	45	44	54	52	51	49	48	47	46	45	44
146	56	54	52	50	48	47	46	44	43	54	52	50	49	48	46	45	44	43
148	55	53	51	49	48	46	45	44	43	53	51	50	48	47	46	45	44	43
150	55	53	51	49	47	46	45	44	42	53	51	49	48	47	46	44	43	42
152	54	52	50	49	47	46	44	43	42	52	50	49	48	46	45	44	43	42
154	54	52	50	48	47	45	44	43	42	52	50	49	47	46	45	44	43	42
156	53	51	50	48	46	45	44	42	41	51	50	48	47	46	44	43	42	41
158	53	51	49	47	46	45	43	42	41	51	49	48	46	45	44	43	42	41
160	53	51	49	47	46	44	43	42	41	50	49	47	46	45	44	43	42	41
162	52	50	48	47	45	44	43	42	40	50	48	47	46	44	43	42	41	40
164	52	50	48	46	45	44	42	41	40	50	48	47	45	44	43	42	41	40
166	51	49	48	46	45	43	42	41	40	49	48	46	45	44	43	42	41	40
168	51	49	47	46	44	43	42	41	40	49	47	46	45	43	42	41	40	39
170	51	49	47	45	44	43	41	40	39	48	47	45	44	43	42	41	40	39

Таблица 3 – Величина МПК (мл/мин/кг) у мальчиков 12–13 лет в зависимости от массы тела и ЧСС после нагрузки
(А. А. Гуминский и др., 1984)

ЧСС, уд/мин	Масса тела, кг																	
	12 лет									13 лет								
	34	36	38	40	42	44	46	48	50	40	42	44	46	48	50	52	54	56
126	62	60	58	57	55	54	53	52	51	58	57	56	55	53	52	51	50	49
128	61	59	57	56	55	53	52	51	50	58	56	55	54	53	52	51	50	49
130	60	58	57	55	54	53	52	51	49	57	56	54	53	52	51	50	49	48
132	59	58	56	55	53	52	51	50	49	56	55	54	53	51	50	49	48	48
134	59	57	55	54	53	51	50	49	48	56	54	53	52	51	50	49	48	47
136	58	56	55	53	52	51	50	49	48	55	54	52	51	50	49	48	47	46
138	57	56	54	53	51	50	49	48	47	54	53	52	51	50	49	48	47	46
140	57	55	54	52	51	50	49	48	47	54	52	51	50	49	48	47	46	45
142	56	54	53	52	50	49	48	47	46	53	52	51	50	49	48	47	46	45
144	55	54	52	51	50	49	48	47	46	53	51	50	49	48	47	46	45	44
146	55	53	52	51	49	48	47	46	45	52	51	50	49	48	47	46	45	44
148	54	53	51	50	49	48	47	46	45	52	50	49	48	47	46	45	44	44
150	54	52	51	49	48	47	46	45	44	51	50	49	48	47	46	45	44	43
152	53	52	50	49	48	47	46	45	44	50	49	48	47	46	45	44	43	43
154	53	51	50	49	47	46	45	44	43	50	49	48	47	46	45	44	43	43
156	52	51	49	48	47	46	45	44	43	50	48	47	46	45	44	43	43	42
158	52	50	49	48	46	45	44	43	43	49	48	47	46	45	44	43	42	41
160	51	50	48	47	46	45	44	43	42	49	47	46	45	44	43	43	42	41
162	51	49	48	47	46	45	44	43	42	48	47	46	45	44	43	42	41	41
164	50	49	48	46	45	44	43	42	41	48	47	46	45	44	43	42	41	40
166	50	48	47	46	45	44	43	42	41	47	46	45	44	43	42	42	41	40
168	49	48	47	46	44	43	42	42	41	47	46	45	44	43	42	41	40	40
170	49	48	46	45	44	43	42	41	40	47	45	44	43	42	42	41	40	39

Таблица 4 – Величина МПК (мл/мин/кг) у мальчиков 14–15 лет в зависимости от массы тела и ЧСС после нагрузки (А. А. Гуминский и др., 1984)

ЧСС. уд/мин	Масса тела, кг																	
	14 лет									15 лет								
	44	46	48	50	52	54	56	58	60	52	54	56	58	60	62	64	66	68
126	62	60	59	58	57	56	55	54	50	60	58	57	56	55	55	54	53	52
128	61	60	58	57	56	55	54	53	52	59	58	57	56	55	54	53	52	51
130	60	59	57	56	55	54	53	52	51	58	57	56	55	54	53	52	51	51
132	59	58	57	55	54	53	52	52	51	57	56	55	54	53	52	51	51	50
134	58	57	56	55	54	53	52	51	50	56	55	54	53	52	52	51	50	49
136	58	56	55	54	53	52	51	50	49	56	55	54	53	52	51	50	49	49
138	57	56	54	53	52	51	50	50	49	55	54	53	52	51	50	49	49	48
140	56	55	54	53	52	51	50	49	48	54	53	52	51	50	50	49	48	47
142	55	54	53	52	51	50	49	48	47	53	52	52	51	50	49	48	47	47
144	55	54	52	51	50	49	49	48	47	53	52	51	50	49	48	48	47	46
146	54	53	52	51	50	49	48	47	46	52	51	50	49	49	48	47	46	46
148	54	52	51	50	49	48	47	47	46	52	51	50	49	48	47	47	46	45
150	53	52	51	50	49	48	47	46	45	51	50	49	48	48	47	46	45	45
152	52	51	50	49	48	47	46	46	45	50	50	49	48	47	46	45	45	44
154	52	51	50	49	48	47	46	45	44	50	49	48	47	46	46	45	44	44
156	51	50	49	48	47	46	45	45	44	49	48	48	47	46	45	45	44	43
158	51	50	49	48	47	46	45	44	43	49	48	47	46	46	45	44	43	43
160	50	49	48	47	46	45	44	44	43	48	48	47	46	45	44	44	43	42
162	50	49	48	47	46	45	44	43	43	48	47	46	45	45	44	43	43	42
164	49	48	47	46	45	44	44	43	42	47	47	46	45	44	43	43	42	42
166	49	48	47	46	45	44	43	42	42	47	46	45	45	44	43	42	42	41
168	48	47	46	45	44	44	43	42	41	47	46	45	44	43	43	42	41	41
170	48	47	46	45	44	43	42	42	41	46	45	44	44	43	42	42	41	40

Таблица 5 – Величина МПК (мл/мин/кг) у девочек 8–9 лет в зависимости от массы тела и ЧСС после нагрузки (А. А. Гуминский и др., 1984)

ЧСС. уд/мин	Масса тела, кг																	
	8 лет									9 лет								
	20	22	24	26	28	30	32	34	36	22	24	26	28	30	32	34	36	38
126	49	47	45	43	42	40	39	38	37	49	47	45	44	42	41	40	39	38
128	49	46	45	43	41	40	39	37	36	49	47	45	43	42	41	39	38	37
130	48	46	44	42	41	39	38	37	36	48	46	45	43	41	40	39	38	37
132	48	46	44	42	40	39	38	37	36	48	46	44	43	41	40	39	37	36
134	47	45	43	42	40	39	37	36	35	47	45	44	42	41	39	38	37	36
136	47	45	43	41	40	38	37	36	35	47	45	43	42	40	39	38	37	36
138	46	44	42	41	39	38	37	36	35	47	45	43	41	40	39	37	36	35
140	46	44	42	40	39	38	36	35	34	46	44	42	41	40	38	37	36	35
144	45	43	41	40	38	37	36	35	34	45	43	42	40	39	38	36	35	35
146	45	43	41	39	38	37	35	34	33	45	43	41	40	39	37	36	35	34
148	44	42	41	39	36	36	35	34	33	45	43	41	40	38	37	36	35	34
150	44	42	40	39	37	36	35	34	33	44	42	41	39	38	37	36	35	34
152	44	42	40	38	37	36	35	34	33	44	42	40	39	38	36	35	34	33
154	43	41	40	38	37	35	34	33	32	43	42	40	39	37	36	35	34	33
156	43	41	39	38	36	35	34	33	32	43	41	40	38	37	36	35	34	33
158	43	41	39	37	36	35	34	33	32	43	41	39	38	37	35	34	33	33
160	42	40	39	37	36	35	34	32	32	42	41	39	38	36	35	34	33	32
162	42	40	38	37	36	34	33	32	31	42	40	39	37	36	35	34	33	32
164	42	40	38	37	35	34	33	32	31	42	40	38	37	36	35	34	33	32
166	41	39	38	36	35	34	33	32	31	42	40	38	37	36	34	33	32	32

Таблица 6 – Величина МПК (мл/мин/кг) у девочек 10–11 лет в зависимости от массы тела и ЧСС после нагрузки (А. А. Гуминский и др., 1984)

ЧСС, уд/мин	Масса тела, кг																	
	10 лет									11 лет								
	28	30	32	34	36	38	40	42	44	32	34	36	38	40	42	44	46	48
126	49	47	45	44	43	42	41	40	39	45	44	42	41	40	39	38	38	37
128	48	46	45	44	42	41	40	39	38	45	43	42	41	40	39	38	37	36
130	48	46	44	43	42	41	40	39	38	44	43	42	41	39	39	38	37	36
132	47	45	44	43	42	40	39	38	38	44	42	41	40	39	38	37	36	36
134	47	45	44	42	41	40	39	38	37	43	42	41	40	39	38	37	36	35
136	46	45	43	42	41	40	39	38	37	43	42	40	39	38	37	37	36	35
138	46	44	43	42	40	39	38	37	37	42	41	40	39	38	37	36	35	35
140	45	44	42	41	40	39	38	37	36	42	41	40	39	38	37	36	35	34
142	45	43	42	41	40	39	38	37	36	42	40	39	38	37	36	36	35	34
144	45	43	42	40	39	38	37	36	36	41	40	39	38	37	36	35	34	34
146	44	43	41	40	39	38	37	36	35	41	40	39	38	37	36	35	34	33
148	44	42	41	40	39	38	37	36	35	41	39	38	37	36	35	35	34	33
150	43	42	41	39	38	37	36	35	35	40	39	38	37	36	35	34	34	33
152	43	42	40	39	38	37	36	35	34	40	39	38	37	36	35	34	33	33
154	43	41	40	39	38	37	36	35	34	40	38	37	36	35	35	34	33	32
156	42	41	40	38	37	36	35	35	34	39	38	37	36	35	34	34	33	32
158	42	41	39	38	37	36	35	34	34	39	38	37	36	35	34	33	33	32
160	42	40	39	38	37	36	35	34	33	39	38	37	36	35	34	33	32	31
162	41	40	39	38	37	36	35	34	33	38	37	36	35	34	34	33	32	31
164	41	40	38	37	36	35	34	34	33	38	37	36	35	34	33	33	32	31
166	41	39	38	37	36	35	34	33	33	38	37	36	35	34	33	32	32	31

Таблица 8 – Величина МПК (мл/мин/кг) у девочек 14–15 лет в зависимости от массы тела и ЧСС после нагрузки
(А. А. Гуминский и др., 1984)

ЧСС, уд/мин	Масса тела, кг																	
	14 лет									15 лет								
	42	44	46	48	50	52	54	56	58	44	46	48	50	52	54	56	58	60
126	47	45	44	44	43	42	41	40	40	45	44	43	42	42	41	40	39	39
128	46	45	44	43	42	41	41	40	39	45	44	43	42	41	40	40	39	38
130	46	44	43	43	42	41	40	39	39	44	43	42	41	41	40	39	38	38
132	45	44	43	42	41	40	40	39	38	44	43	42	41	40	39	39	38	37
134	45	43	43	42	41	40	39	39	38	43	42	41	41	40	39	38	38	37
136	44	43	42	41	40	40	39	38	37	43	42	41	40	39	39	38	37	37
138	44	43	42	41	40	39	38	38	37	42	41	41	40	39	38	38	37	36
140	43	42	41	40	40	39	38	37	37	42	41	40	39	39	38	37	37	36
142	43	42	41	40	39	38	38	37	36	42	41	40	39	38	37	37	36	36
144	42	41	40	40	39	38	37	37	36	41	40	39	39	38	37	36	36	35
146	42	41	40	39	38	38	37	36	36	41	40	39	38	37	37	36	35	35
148	42	41	40	39	38	37	37	36	35	40	39	39	38	37	36	36	35	35
150	41	40	39	38	38	37	36	36	35	40	39	38	37	37	36	35	35	34
152	41	40	39	38	37	37	36	35	35	40	39	38	37	36	36	35	35	34
154	40	39	39	38	37	36	36	35	34	39	38	38	37	36	35	35	34	34
156	40	39	38	37	37	36	35	35	34	39	38	37	37	36	35	35	34	33
158	40	39	38	37	36	36	35	34	34	39	38	37	36	36	35	34	34	33
160	39	38	38	37	36	35	35	34	34	38	37	37	36	35	35	34	33	33
162	39	38	37	37	36	35	34	34	33	38	37	36	36	35	34	34	33	33
164	39	38	37	36	36	35	34	34	33	38	37	36	35	35	34	33	33	32
166	38	38	37	36	35	35	34	33	33	37	37	36	35	34	34	33	33	32

Учебное издание

Лойко Татьяна Васильевна

**Определение
физической работоспособности
юных спортсменов**

Методическое пособие

Корректор *Н. С. Геращенко*

Компьютерная верстка *А. В. Ковальчук*

Подписано в печать 16.10.2012. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 1,57. Уч.-изд. л. 1,54. Тираж 100 экз. Заказ 81.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования

«Белорусский государственный университет физической культуры».

ЛИ № 02330/0548582 от 09.07.2009.

ЛП № 02330/0552705 от 30.07.2009.

Пр. Победителей, 105, 220020. Минск.