

МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В разделе публикуются методики и рекомендации, имеющие как общеметодологический, так и узкопредметный характер. Материалы этого раздела призваны помочь в практической организации учебного исследования самому широкому кругу воспитателей: профессиональным педагогам школ и учреждений дополнительного образования и родителям

Основной целью составления данных рекомендаций является адаптация общепринятых методик в физиологии человека и животных к усвоению и применению их в исследовательских работах школьников.

Методы физиологических исследований

Александрова Людмила Александровна,
кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии и гигиены человека Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева

Изучение физического развития и функционального состояния организма человека

Физиологические методики широко используются в научно-исследовательских работах, связанных с изучением закономерностей и механизмов адаптации организма человека к физическим нагрузкам, экологическим, гигиеническим и социальным условиям. Наиболее информативными и в то же время доступными для работы в школе являются методики изучения показателей физического развития и оценки функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

С помощью данных методик можно изучать влияние экологических и социальных условий проживания, двигательной активности или информационных нагрузок на организм человека, выявляя сдвиги в функционировании сердечно-сосудистой, дыхательной системах, в степени физического развития и физической работоспособности, в уровне физического состо-

58

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ / 4'2013

яния. Например, можно сравнивать изучаемые показатели у сельских и городских школьников и сделать вывод о состоянии их физического развития и физической работоспособности, изучить влияние социально-бытовых и экологических факторов на функциональное состояние дыхательной и сердечно-сосудистой систем, образа жизни — на морфологические и функциональные показатели отдельных систем организма. Можно также выбрать любую из предложенных методик отдельно или в сочетании с другими для выявления различий в показателях у учащихся, занимающихся по обычным и усложнённым программам, у детей, проживающих в обычной и экологически неблагоприятной среде, с высокой и низкой двигательной активностью, до уроков и после уроков, до и после школьных каникул и т.д.

Работа 1. Определение физического развития по соматометрическим индексам

Физическое развитие детей и подростков является одним из важных показателей здоровья и благополучия. Систематическое (ежегодное) наблюдение за физическим развитием одних и тех же детей (индивидуализирующий метод) необходимо для индивидуальной оценки их развития.

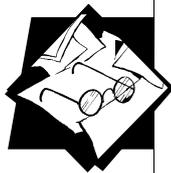
Кроме этого проводятся массовые исследования физического развития определённого контингента детей и подростков (генерализующий метод). Данные этих массовых исследований обрабатываются математическим методом с целью получения статистических показателей физического развития каждой возрастно-половой группы. Динамические наблюдения за физическим развитием детей и подростков, проводимые генерализующим методом через более или менее длительные интервалы времени, позволяют выявить сдвиги в физическом развитии детей под влиянием меняющихся социально-бытовых, экологических и других условий, а также сравнивать данные различных выборок.

Оборудование: ростомер, сантиметровая лента, напольные весы.

Методика.

1. Измерить длину тела (рост стоя).

Измерение производится с помощью ростомера или сантиметровой ленты. Обследуемый становится спиной к стене или вертикальной стойке ростомера. Пятки, ягодицы, межлопаточная область и затылок касаются вертикальной плоскости. Голова устанавливается в такое положение, при котором нижний край глазницы и верхний край козелка уха находятся на одной горизонтали. Скользящая планка ростомера опускается до соприкосновения с головой или для этой цели используется тре-



угольная школьная линейка, а на вертикальной плоскости стены делается отметка и измеряется расстояние от пола до этой отметки. Рост измеряется с точностью до 0,5 см.

2. Измерить окружность грудной клетки.

Измерение производится сантиметровой лентой в трёх состояниях: во время спокойного дыхания (в паузе), в положениях максимального вдоха и максимального выдоха. При наложении ленты обследуемый должен отвести руки в стороны, а затем опустить. На спине лента проходит под нижними углами лопаток, спереди — по сосковой линии у мужчин и над грудными железами у женщин. Сначала измеряется окружность груди в паузе. Затем, не снимая ленты, измеряется окружность груди при максимальном вдохе и при максимальном выдохе. Точность измерения — 0,5 см. После этого рассчитывается экскурсия грудной клетки, то есть разница между величинами окружностей на вдохе и на выдохе. Величина её у молодых людей колеблется в пределах 6–9 см.

3. Измерить вес (массу тела).

Измерение производится на медицинских или напольных весах. Точность измерения — 0,5 кг.

4. Рассчитать соматометрические индексы.

1) **Индекс пропорциональности (ИП)** между окружностью грудной клетки и ростом:

$$\text{ИП} = \frac{\text{Окружность грудной клетки в паузе (см)}}{\text{Рост стоя (см)}} \times 100\%.$$

Нормативы для женщин: 50–52%; для мужчин: 52–54%. Значение индекса менее 50% характерно для узкогрудых, свыше 55% — для широкогрудых.

2) **Расчёт должной массы (ДМ)** тела производится с учётом формы грудной клетки, определённой по индексу пропорциональности:

	Узкая грудная клетка	Нормальная грудная клетка	Широкая грудная клетка
Мужчины	$DM = P \times 0,83-80$	$DM = P \times 0,74-60$	$DM = P \times 0,89-75$
Женщины	$DM = P \times 0,72-65$	$DM = P \times 0,73-62$	$DM = P \times 0,69-48$

где М — должная масса тела (кг); Р — рост (см).

3) Крепость телосложения определяется по **индексу Пинье** (ИП):

$$\text{Индекс Пинье} = \text{рост (см)} - \text{вес (кг)} + \text{окр. гр. кл. на выдохе (см)}.$$

Индекс Пинье характеризует:

- меньше 10 — крепкое телосложение;

- 10–20 — хорошее телосложение;
- 21–25 — среднее телосложение;
- 26–35 — слабое телосложение;
- 36 и более — очень слабое телосложение.

Оформление результатов работы

Измеренные соматометрические показатели и вычисленные индексы заносятся в таблицу результатов и сравниваются с должными нормами. Делаются выводы о физическом развитии каждого обследуемого и всей группы в целом. Для последнего случая вычисляются статистические показатели: средняя арифметическая, ошибка средней, среднее квадратическое отклонение, коэффициенты достоверности между разными выборками.

№№ п/п	Ф. И. О	Рост	Вес	Окружность грудной клетки				Индексы		
				Пауза	Вдох	Выдох	Экск.-я	ИП	ДМ	Пинье

При индивидуальной оценке физического развития сравнивают фактические показатели с должными. Оценка физического развития коллектива производят путём анализа статистических показателей группы за разные периоды времени, например, в начале и в конце учебного года. Проводят также сравнительный анализ показателей физического развития различных коллективов, например, учащихся, проживающих в разных экологических условиях, в классах, занимающихся по разным учебным программам и др.

Работа 2. Определение уровня физического состояния (УФС) организма

Оборудование: сантиметровая лента, весы напольные, секундомер, прибор для измерения артериального давления.

Методика. У испытуемого измеряют рост и массу тела. В состоянии относительного покоя в положении сидя после 10 минут отдыха подсчитывают пульс или частоту сердечных сокращений (ЧСС) и измеряют артериальное давление.

Нормальное физическое развитие предполагает, что у детей их биологическому возрасту соответствует рост, а росту — масса тела. Для оптимального обеспечения организма необходимыми веществами и для поддержания возрастного уровня обмена веществ требуется соответствующая интенсивность кровообращения. Между соматометрическими показателями и показателями системы кровообращения имеется функциональная



зависимость, а соответствие их друг другу отражает коэффициент УФС, вычисляемый по формуле:

$$УФС = \frac{700 - 3 ЧСС - 2,5 [ДД + (СД - ДД)/3] - 2,7 \text{ возраст} + 0,28 \text{ вес}}{350 - 2,6 \text{ возраст} + 0,21 \text{ рост}},$$

где: ЧСС – частота сердечных сокращений (уд/мин);

СД – систолическое (верхнее) артериальное давление (мм рт. ст.);

ДД – диастолическое (нижнее) артериальное давление (мм рт. ст.).

Рост измеряется в см, вес – в кг, возраст – в годах. Полученный коэффициент оценивается по таблице:

УФС	Мужчины	Женщины
1. Низкий	0,225–0,375	0,157–0,260
2. Ниже среднего	0,376–0,525	0,261–0,365
3. Средний	0,526–0,675	0,366–0,475
4. Выше среднего	0,676–0,825	0,476–0,575
5. Высокий	0,826 и более	0,576 и более

Измеренные и вычисленные показатели занести в таблицу, сделать выводы.

Таблица результатов

№.№	Ф.И.О.	Возраст	Рост	Вес	ЧСС	СД	ДД	УФС	Оценка

Работа 3. Функциональное состояние системы кровообращения в покое и при нагрузке

Оборудование: секундомер, прибор для измерения артериального давления.

Методика. У испытуемого в состоянии покоя измеряют артериальное давление и пульс. Затем, после выполнения стандартной нагрузки (20 приседаний за 30 секунд), снова измеряют артериальное давление и пульс. Измерения рекомендуется делать вдвоём: первый измеряет давление на левой руке испытуемого, второй подсчитывает ЧСС за 10 секунд и делает перерасчёт ЧСС за 1 минуту на правой руке. Используя полученные данные, расчётным методом определяют систолический объём

крови (СОК) и минутный объём крови (МОК) в покое и после нагрузки.

Формулы для вычислений:

$$СОК = 100 + 0,5 (СД - ДД) - 0,6 ДД - 0,6 В - \text{для взрослых};$$

$$СОК = 40 + 0,5 (СД - ДД) - 0,6 ДД + 3,2 В - \text{для детей};$$

$$МОК = ЧСС \times СОК,$$

где: СД – систолическое давление;

ДД – диастолическое давление;

В – возраст испытуемого.

Результаты исследования оформить в виде таблицы:

№№	Ф.И.О.	Возраст	До нагрузки				После нагрузки				
			ЧСС	АД	СОК	МОК	ЧСС	АД	СОК	МОК	

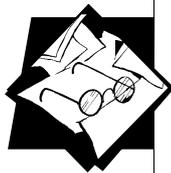
Вычислить статистические показатели и сравнить с возрастными нормами. При необходимости сделать сравнительный анализ между различными выборками, например, между выборками учащихся, занимающихся и не занимающихся физическим трудом и спортом и др.

Работа 4. Определение физической работоспособности

Оборудование: секундомер или часы с секундной стрелкой, тумбочка-ступенька, высота которой подбирается по специальной номограмме или таблице:

Возраст	8–11 лет		12–18 лет		старше 18 лет	
	выс. ступ.	время раб.	выс. ступ.	время раб.	выс. ступ.	время раб.
	35 см	3 мин	40–50 см	4 мин	43–50 см	5 мин.

Методика. У испытуемого после 10 минут спокойного отдыха определяется частота сердечных сокращений в покое (ЧСС1) за одну минуту. Затем он совершает восхождение на ступеньку в темпе 25 циклов в минуту. Каждый цикл состоит из 4 шагов: шаг одной ногой на ступеньку, шаг второй ногой – подъём на ступеньку, шаг вниз первой ногой, шаг второй ногой – спуск со ступеньки. За 5 секунд до окончания работы у испытуемого нащупывается пульс, который подсчитывается в течение первых 10 секунд сразу после окончания работы. Полученная величина умножается на 6 и тем самым определяется частота пульса после работы (ЧСС2).



Рассчитать мощность выполненной работы по формуле:

$$N = m \times h \times n \times 1,3,$$

где: m – масса тела в кг;
 h – высота ступеньки в метрах;
 n – число подъёмов в минуту;
1,3 – коэффициент, учитывающий работу во время спуска.
Рассчитать физическую работоспособность при пульсе 170 уд/мин (ФРС170):

$$\text{ФРС170} = N [(170 - \text{ЧСС1}) / (\text{ЧСС2} - \text{ЧСС1})],$$

где: N – мощность выполненной нагрузки (кг м /мин);
ЧСС1 – пульс в покое (уд/мин);
ЧСС2 – пульс после нагрузки (уд/мин).

Рассчитать относительную ФРС170, разделив полученный показатель на массу тела.

Результаты исследования оформить в виде таблицы:

№.№	Ф.И.О.	Вес	ЧСС ₁	ЧСС ₂	N	ФРС170	ФРС 170 / кг

Работа 5. Оценка физической работоспособности по индексу гарвардского степ-теста (ИГСТ)

Оборудование: секундомер, метроном, ступенька для степ-теста.

Методика. Целесообразно применять её у старшеклассников, занимающихся в основной группе по физической культуре. Высота ступеньки для юношей 15–18 лет – 45 см, для девушек того же возраста – 40 см. Подъём на ступеньку совершается в течение 5 минут в темпе 30 восхождений в минуту. Каждое восхождение выполняется на 4 счёта (как в предыдущей работе). Если учащийся не может продолжать работу, то подъём прекращают и засекают время работы.

Пульс подсчитывают в течение первой половины 2-й минуты восстановления. После этого подсчитывают индекс и оценивают физическую работоспособность.

Формула для вычислений:

$$\text{ИГСТ} = t \times 100 / \text{ЧСС} \times 5,5,$$

где: t – время восхождения (сек),
ЧСС – пульс за первые 30 секунд после окончания работы.

Шкала оценки работоспособности: слабая — меньше 55;
ниже средней — 55–64;
средняя — 65–79;
хорошая — 80–89;
отличная — больше 90.

Результаты исследования оформить в виде таблицы:

№№	Ф.И.О.	t сек.	ЧСС	ИГСТ	Оценка

Работа 6. Исследование жизненной ёмкости лёгких у детей

Жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ) зависит от пола, возраста, массы и длины тела, а также от физической тренированности. Специальные занятия дыхательной гимнастикой, пение, игра на духовых инструментах повышают показатель ЖЕЛ. Заболевания органов дыхания и вредные воздействия окружающей среды уменьшают ЖЕЛ.

Оборудование: спирометр, спирт, вата.

Методика. Проздезинфицируйте ватой, смоченной в спирте, мундштук прибора. Установите стрелку прибора на нулевом делении шкалы. Предложите испытуемому сделать максимальный вдох и произвести максимальный выдох в прибор через мундштук (при этом нос нужно зажать зажимом или рукой). Выдох должен быть длинным, а не коротким. Лучший показатель из трёх попыток занести в таблицу, а затем сравнить его с должной величиной ЖЕЛ, вычисленной по формуле:

для мальчиков: $[Рост (см) - 100] / 20$;

для девочек эта величина будет ниже на 10%.

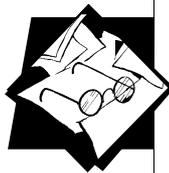
Данные представить в виде таблицы, сделать статистическую обработку результатов и выводы.

№№	Ф. И. О.	ЖЕЛ	ДЖЕЛ	Разница

Работа 7. Определение времени задержки дыхания

Оборудование: секундомер.

Методика. Попросите испытуемых одновременно по команде сделать глубокий вдох (не максимальный) и задержать дыхание, зажав нос рукой. По секундной стрелке часов отсчитывайте время и через каждые 10 секунд громко его называйте,



а испытуемые по нему определяют своё индивидуальное время задержки дыхания. После восстановления функции дыхания (через 5–7 мин) определить длительность задержки на выдохе.

Время задержки дыхания зависит от возраста и от уровня физического состояния: чем старше школьники и лучше их физическое состояние, тем время произвольной задержки дыхания у них выше.

Длительность задержки дыхания у школьников:

Возраст (лет)	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	взрсл.
Зад. дых. (с)	26	32	34	37	39	39	39	40	45	47	50	55–60

Результаты занесите в таблицу, сравните с возрастными нормами и сделайте выводы.

Ф. И. О.	Возраст	Зад. дых. на вдохе	Зад. дых. на выдохе

Работа 8. Определение максимальной скорости потребления кислорода

Величина максимального потребления кислорода (МПК) характеризует уровень развития систем, ответственных за доставку кислорода. В настоящее время в связи со снижением двигательной активности населения и ухудшением социально-экономических и экологических условий жизни отмечается уменьшение МПК не только у взрослых, но и у детей школьного возраста.

Оборудование: секундомер, ступенька для выполнения нагрузки (см. работу 4).

Методика. Испытуемый осуществляет восхождение на ступеньку (2 шага) и спуск (2 шага) со скоростью 80 шагов/мин (всего 20 циклов в минуту). Время работы контролируется по секундомеру. В конце 3-й минуты испытуемого останавливают и подсчитывают пульс за 10 сек. Если он оказался ниже 130 уд/мин, то темп работы увеличивают на 4–5 циклов в мин. Если пульс выше 150 уд/мин, то количество циклов следует уменьшить. После этой пробы работа продолжается до 5 минут. Сразу после окончания работы как можно точнее в течение первых 10 секунд восстановления подсчитывается пульс. Зная массу тела (m) испытуемого, высоту ступеньки (h) и частоту циклов в минуту (n) рассчитывают мощность работы по формуле:

$$N = m \times h \times n \times 1,3$$

МПК определяется по формуле Добельна, которая учитывает мощность выполненной работы, пульс (ЧСС) после 5-минутной работы, возраст и пол испытуемого.

$MПК = A \sqrt{[N / (ЧСС - c)]} \times K$, где коэффициенты A, K, c определяются по таблице:

Возраст	А		К	с	
	М	Д	М и Д	М	Д
8	1,05	0,80	0,931	30	30
9	1,11	0,85	0,922	30	30
10	1,11	0,95	0,914	30	30
11	1,15	0,95	0,907	40	30
12	1,20	0,98	0,900	50	40
13	1,20	0,98	0,891	50	40
14	1,25	1,05	0,883	60	40
15	1,27	1,05	0,878	60	40
16	1,29	1,10	0,868	60	40

Полученные данные занесите в таблицу, сделайте статистическую обработку результатов, сравните с показателями других экспериментальных выборок и сделайте выводы.

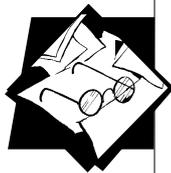
Ф. И. О.	Возраст	Масса тела	ЧСС	Мощн.(N)	МПК	МПК/ кг

Работа 9. Ортостатическая проба

В норме при переходе из горизонтального в вертикальное положение пульс и артериальное давление увеличиваются. По изменениям этих показателей на ортостатическую пробу судят о состоянии регулирующих систем.

Оборудование: секундомер, прибор для измерения артериального давления, кушетка.

Методика. У испытуемого после 3–5-минутного лежания на спине подсчитывают частоту пульса за 10 секунд и измеряют артериальное давление. Затем ему предлагается быстро встать и в положении стоя снова подсчитывают пульс и измеряют АД. При этом пульс должен увеличиться не более, чем на 4 уд/мин, а систолическое АД — не более, чем на 10 мм рт. ст.



Работа 10. Проба с 20 приседаниями

Оборудование: секундомер, прибор для измерения давления.

Методика. После измерения пульса и артериального давления в покое испытуемый совершает глубокие приседания 20 раз в течение 30 сек. После окончания нагрузки в течение первых 10 секунд подсчитывают пульс, а на 15–45-й секунде восстановления измеряют артериальное давление, повторяют измерение пульса и давления на каждой последующей минуте восстановительного периода, вплоть до установления исходного состояния этих показателей.

Таблица результатов

Ф.И.О.	ЧСС в покое	АД в покое	ЧСС после нагр.	АД после нагр.	Время восст. ЧСС.	Время восст. АД