

# **МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства  
Кафедра «Охрана труда и окружающей среды»

Утверждено на заседании кафедры  
«Охрана труда и окружающей среды»  
«26» 01 2021 г., протокол  
№ 6

Заведующий кафедрой



В.М. Панарин

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по проведению практических (семинарских) занятий по дисциплине (модулю)**

**«Экологическая физиология»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**20.03.01 Техносферная безопасность**

с направленностью (профилем)  
**Инженерная защита окружающей среды**

Формы обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 200301-01-21

Тула 2021 год

**Разработчик:**

Векшина В.А., доцент, к.б.н., доцент

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

## **Практическое занятие 1.**

### **ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ**

**Цель:** освоить методы оценки показателей физического развития

**Задачи:**

1. Измерить соматометрические показатели и оценить их.
2. Вычислить индекс Пинье.
3. Оценить соматическое здоровье по шкале соматического здоровья.

**Оборудование:** сантиметровые ленты, медицинские весы, ростомер, секундомеры, тонометры, спирометры, мыльный раствор, спирт, бинт, кистевые динамометры.

Под физическим развитием человека понимают комплекс функционально-морфологических свойств организма, который определяет его физическую дееспособность. В это комплексное понятие входят такие факторы, как здоровье, физическое развитие, масса тела, уровень аэробной и анаэробной мощности, сила, мышечная выносливость, координация движений, мотивация и др.

Известно, что здоровье определяется не только наличием или отсутствием заболеваний, но и гармоничным развитием, нормальным уровнем основных функциональных показателей.

Физическое развитие является одним из ведущих показателей здоровья. Особенности физического развития с одной стороны являются генетически обусловленными, с другой стороны связаны с влиянием окружающей среды, социально-экономическими факторами, условиями труда и быта, питанием, физической активностью, занятиями спортом. Уровень физического развития служит критерием гигиенической оценки влияния на организм режима дня, учебных занятий, умственной и физической нагрузок. Физическое развитие и состояние здоровья в целом позволяют судить о функциональной готовности организма на каждом возрастном этапе к тому или иному виду деятельности.

### **Работа № 1. Соматометрия**

**1. Рост.** Находясь в положении «смирно», выпрямив спину, поджав живот, тремя точками касайтесь вертикальной стойки ростомера – пятками, ягодицами, лопатками (практически, икры тоже касаются стойки). Голова

должна находиться в положении, при котором наружный угол глаза и наружный слуховой проход находятся на одном уровне.

**2. Масса.** Массу тела измеряйте десятичными медицинскими весами рычажной системы, чувствительностью до 50 г, с платформой и стойкой. На платформу нужно становиться осторожно на середину при опущенном затворе, взвешивание допускается без обуви в минимуме одежды.

**3. Окружность грудной клетки.** Сантиметровую ленту приложите сзади по нижним углам лопаток, а спереди по нижнему краю околососковых кружков (у мужчин), у женщин сзади точно так же, спереди над грудными железами. Производите измерение окружности грудной клетки на вдохе, выдохе в покое.

**4. Размах показателей грудной клетки при вдохе и выдохе в норме** 7-9 см. Меньше 7 см – неблагоприятный, более 9 см – хороший показатель. Гармоничность телосложения определите по формуле:

$$\text{ОКР. ГР. КЛЕТКИ (см)} \times 100 / \text{РОСТ (см)}$$

В норме этот показатель равен 50-55; если больше – отличное развитие, если меньше – слабое.

Окружность грудной клетки в состоянии покоя должна быть не менее половины роста.

Соотношение веса и роста в норме должно составлять 4,3-3,2. Соотношение роста и веса найдите по формуле:

$$\text{ВЕС (кг)} / \text{РОСТ (дсм)}$$

**Рекомендации по оформлению протокола работы.** Полученные данные занесите в тетрадь протоколов опытов. Сравните их с нормальными значениями. Сделайте выводы.

## **Работа № 2. Индекс Пинье**

Индекс Пинье определите, исходя из данных роста (Р, см), массы (М, кг) и среднего значения периметра грудной клетки (П, см), который рассчитывается из замеров при форсированном вдохе и выдохе:

$$\text{Индекс Пинье} = \text{Р см} - (\text{М кг} + \text{П см})$$

**Рекомендации по оформлению протокола работы.** Полученное значение занесите в тетрадь протоколов опытов. Сделайте выводы, исходя из того, что величина индекса Пинье от 0 до 10 свидетельствует об отличном физическом развитии индивида, от 10 до 15 и от 0 до -1 – об очень хорошем, от 15 до 25 и от -1 до -3 – о хорошем, от 25 до 30 и от -3 до -5 – об удовлетворительном и более 30 и менее -5 – о плохом.

### Работа № 3. Оценка соматического здоровья

С целью определения функционального состояния организма и его резервов разрабатываются диагностические экспресс-методики на базе клинико-физиологических показателей, с помощью которых с достаточной степенью точности можно определить энергопотенциал индивида. С учетом физиологических закономерностей, сопровождающих развитие аэробного потенциала ("экономизация" функций в покое и при дозированных воздействиях, а также расширение физиологических резервов), была построена и предлагаемая здесь "шкала соматического здоровья", состоящая из ряда доступных для получения индексов, значения которых оценены в баллах (табл. 1, табл. 2). Широкая апробация "шкалы здоровья" убедительно показала ее информативность. Ее использование позволяет получить информацию о динамике здоровья еще до развития соматической патологии и прогнозировать ее появление.

Примечание к таблицам 1 и 2: в скобках – баллы; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ЧСС – частота сердечных сокращений; АДсист. – уровень максимального (систолического) артериального давления в покое.

Таблица 1

Шкала соматического здоровья (мужчины)

Показатель	Уровень здоровья				
	низкий	ниже средне-	средний	выше среднего	высокий
Масса тела / рост, г/см	>501 (-2)	451-500 (-1)	450 и < (0)	- (0)	- (0)
ЖЕЛ / масса тела, мл/кг	<50 (-1)	51-55 (0)	56-60 (1)	61-65 (2)	>66 (3)

Динамометрия кист / масса тела, %	<60 (-1)	61-65 (0)	66-70 (1)	71-80 (2)	>80 (3)
ЧСС × АД сист. / 100	<111 (-2)	95-110 (-1)	85-94 (0)	70-84 (3)	<69 (5)
Время восстановления ЧСС, мин, после 20 приседаний за 30 сек	>3 (-2)	2-3 (1)	1.5-2.0 (3)	1.0-1.5 <5)	<1 (7)
Общая оценка здоровья (сумма баллов)	3 и <	4-6	7-11	12-15	16-18

Таблица 2

Шкала соматического здоровья (женщины)

Показатель	Уровень здоровья				
	низкий	ниже среднего	средний	выше средне-	высокий
Масса тела / рост, г/см	>451 (-2)	351-450 (-1)	350 и < (0)	- (0)	- (0)
ЖЕЛ / масса тела, мл/кг	<40 (-1)	41-45 (0)	46-50 (1)	51-56 (2)	>56 (3)
Динамометрия кисти / масса тела, %	<40 (-1)	41-50 (0)	51-55 (1)	56-60 (2)	>61 (3)
ЧСС × АД сист. / 100	>111 (-2)	95-110 (-1)	85-94 (0)	70-84 (3)	<69 (5)
Время восстано- вления ЧСС, мин, после 20 приседаний за 30	>3 (-2)	2-3 (1)	1.5-2.0 (3)	1.0-1.5 (5)	<1 (7)
Общая оценка здоро- вья	3 и <	4-6	7-11	12-15	16-18

**Определение силы и выносливости мышц кисти**

**Динамометрия. Сила мышц кисти.**

**Динамометрия** – метод измерения мышечной силы. Кистевой динамометр состоит из стальной пружины, которая подвергается сжатию; шкалы и стрелки, показывающей силу в килограммах.

Силу мышц сгибателей пальцев правой и левой руки измерьте с помощью ручного пружинного динамометра (в килограммах). Произведите 3 измерения для каждой руки, зафиксируйте максимальный показатель. Сравните силу мышц правой и левой руки. При измерениях рука с динамометром должна быть вытянута и отведена в сторону.

### **Выносливость мышц кисти.**

При оценке выносливости мышц кисти измерения проводите для правой и левой руки по 10 раз с интервалом 5 сек. Постройте график изменения силы при десятикратных повторениях сжатия пружины.

**Рекомендации по оформлению протокола работы.** Полученные данные занесите в тетрадь протоколов опытов. Сделайте выводы.

## **Практическое занятие 2.**

### **ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ – МАКСИМАЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА**

**Цель:** освоить методы оценки показателей физической работоспособности.

#### **Задачи:**

1. Оценить физическую работоспособность методом степ-теста.
2. Оценить физическую работоспособность методом велоэргометрии.
3. Определить максимальное потребление кислорода.

**Оборудование:** секундомеры, спирометры, ступеньки, велоэргометр.

**Общая физическая работоспособность** – способность человека к выполнению достаточно интенсивной внешней механической работы длительное время без снижения ее эффективности.

**Общая физическая работоспособность** – интегральный показатель, определяемый совокупностью свойств организма и в первую очередь производительностью аппарата кровообращения и дыхания, объемом и составом циркулирующей крови, возможностями этих систем организма обеспечивать работающие органы и ткани кислородом.

При прочих равных условиях у лиц с более высоким уровнем общей физической работоспособности, более высокой производительностью кардиореспираторной системы утомление наступает позже, чем у лиц с низкой физической работоспособностью,

недостаточными функциональными возможностями систем организма, ответственных за транспорт кислорода из окружающей среды к работающим мышцам.

**Об уровне физической работоспособности можно судить по данным специальных проб.**

Физическая способность к мышечной работе зависит прежде всего от аэробной способности. Последняя связана с уровнем развития таких факторов, как жизненная емкость легких и общее содержание гемоглобина в крови. Эти два фактора обуславливают максимальную способность возобновления альвеолярного воздуха и максимальную способность связывания кровью кислорода. Таким образом, понятие аэробной способности обозначает предельные возможности организма к мобилизации окислительного процесса для энергетического обеспечения мышечной деятельности и измеряется максимальной величиной потребления кислорода (МПК). МПК может быть измерено только в процессе выполнения максимальной напряженной работы. Для этой цели обычно используются кратковременные физические нагрузки возрастающей мощности.

Для оценки физической работоспособности была предложена проба  $PWC_{170}$  (Physical Working Capacity), заключающаяся в определении мощности физической работы, при которой ЧСС достигает величины 170 уд/мин.

### **Работа № 1. Определение физической работоспособности методом степ-теста**

#### **Ход работы**

Процедура определения  $PWC_{170}$  состоит в выполнении 2 нагрузочных заданий возрастающей мощности и определяется по формуле:

$$PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \times ((170 - f_1) / (f_2 - f_1)),$$

где:

$N_1, N_2$  - мощность первого и второго нагрузочного задания, кг×м/мин;

$f_1, f_2$  - ЧСС в конце первого и второго нагрузочного задания.

Эта разница должна быть больше 40 уд/мин.

При использовании степ-теста величину работы определяют по формуле:

$$N = 1.3 \times P \times \Pi \times H,$$



где Р – масса испытуемого (кг),

П – число подъемов на ступеньку за 1 мин,

Н – высота ступеньки (м).

Длительность нагрузок при степ-тесте – 5 минут.

Таблица 3

Физическая работоспособность по данным PWC (кг м/мин)  
(женщины)

Воз- раст,	Низкая	Ниже сред- ней	Средняя	Выше сред- ней	Высокая
20-29	<449	450 - 549	550 - 749	750 - 849	>850
30-39	<399	400 - 499	500 - 699	700 - 799	>800
40-49	<299	300 - 399	400 - 599	600 - 699	>700
50-59	<199	200 - 299	300 - 499	500 - 599	>600

Таблица 4

Физическая работоспособность по данным PWC (кг м /мин)  
(мужчины)

Воз- раст, годы	Низ- кая	Ниже средней	Сред- няя	Выше средней	Вы- сокая
20-29	<699	700 -	850 -	1150 -	>130
30-39	<599	600 -	750 -	1050 -	>120
40-49	<499	500 -	650 -	950 -	>110
50-59	<399	400 -	550 -	850 -	>100

Чем больше PWC, тем большую мышечную работу может выполнить человека при оптимальном функционировании системы кровообращения, тем больше физическая работоспособность (табл. 3, табл. 4). На уровень физической работоспособности оказывают влияние такие факторы, как пол, возраст, наследственность, состояние здоровья и т.д.

**Рекомендации по оформлению протокола работы.** Результаты занесите в тетрадь протоколов опытов. По таблицам 3 и 4 оцените физическую работоспособность.

## **Работа № 2. Определение физической работоспособности методом велоэргометрии**

### **Ход работы**

Выполните работу на велоэргометре дважды в течение 5 мин, каждый раз с 3-минутным интервалом. Частота вращения педалей должна быть 60-70 об/мин.

Мощность первой нагрузки ( $W_1$ ) для практически здорового мужчины 1 Вт/кг; для человека, не занимающегося физическим трудом (тренировки), – 0,5 Вт/кг.

В конце 1-й нагрузки подсчитайте ЧСС за 30 с и в зависимости от нее и величины 1-й нагрузки определяют по таблице Белоцерковского (табл. 5) величину 2-й нагрузки ( $W_2$ ).

После 3-минутного перерыва исследований на протяжении 5 мин поработайте со 2-й нагрузкой ( $W_2$ ). В конце 2-й нагрузки вновь определите ЧСС за 30с. Физическую работоспособность определите по формуле Карпмана:

$$PWC_{170} = W_1 + (W_2 - W_1) \times ((170 - f_1) / (f_2 - f_1)),$$

где:  $PWC_{170}$  – мощность физической нагрузки на велоэргометре;  $W_1$  и  $W_2$  – мощность 1-й и 2-й нагрузок;  $f_1, f_2$  – ЧСС за 30 с в конце 1-й и 2-й нагрузок.

**Рекомендации по оформлению протокола работы.** Результаты занесите в табл. 6. Оцените уровень физической работоспособности.

### **Таблица 5**

Ориентировочные значения мощности 2-й нагрузки (кгм/мин), рекомендуемые при определении теста  $PWC_{170}$  (по З. Б. Белоцерковскому)

Масса тела, кг	Мощность работы при 1-й нагрузке ( $W_1$ ), кгм/мин	ЧСС в 1 мин при $W_1$				
		80—89	90—99	100—109	110—119	120—129
60—64	400	1100	1000	900	800	700
65—69	500	1200	1100	1000	900	800
70—74	600	1300	1200	1100	1000	900
75—79	700	1400	1300	1200	1100	1000
80—85	800	1500	1400	1300	1200	1100

Таблица 6

Физическая работоспособность по тесту  $PWC_{170}$

Методика	Мощность нагрузки				ЧСС		$PWC_{170}$			
	$W_1$		$W_2$		$f_1$	$f_2$	Вт	Вт/кг	гм/мин	гм/(мин/кг)
	Вт	кгм/мин	Вт	кгм/мин						
Велоэргометрическая										
Графическая										
Степ-тест										

### Работа № 3. Определение максимального потребления кислорода

При сопоставлении величины максимального поглощения кислорода (МПК) у разных по возрасту и полу людей обнаруживается ее зависимость от массы тела и роста, степени тренированности, индивидуальных особенностей организма. У людей старше 30-35 лет МПК снижается в среднем на 10 % за каждое десятилетие. У женщин МПК составляет 65-85 % от показателей МПК у мужчин.

Учитывая трудности прямой оценки МПК, при которой испытуемый должен определить нагрузку, равную или большую индивидуальной «критической мощности», В. Л. Карпман и соавт. (1969) предложили непрямой метод определения МПК, основанный на корреляции величины МПК с результатами оценки физической работоспособности.

#### Ход работы

Произведите расчет величины МПК по формуле Карпмана.

Формула Карпмана для лиц с невысокой степенью тренированности:

$$\text{МПК} = 1,7 \times PWC_{170} + 1240 / \text{вес (кг)}$$

Для спортсменов:

$$\text{МПК} = 2,2 \times PWC_{170} + 1070 / \text{вес (кг)}$$

**Рекомендации по оформлению протокола работы.** Рассчитайте величину МПК, внесите данные в тетрадь протоколов опытов.

### **Определение максимального потребления кислорода по номограмме Астранда**

Способ Астранда основан на наличии линейной зависимости между частотой сердечных сокращений и потреблением кислорода.

Используя специальную номограмму (рис. 1), величину максимального потребления кислорода определяют по частоте сердечных сокращений при субмаксимальной нагрузке.

При расчете МПК по номограмме необходимо провести линию между точкой, отражающей частоту пульса при выполнении субмаксимальной нагрузки, и точкой, соответствующей массе тела исследуемого (в том случае, когда физическая нагрузка задается в виде подъема на ступени), либо точкой, показывающей мощность нагрузки (если мышечная работа выполняется на велоэргометре).

Точка пересечения такой построенной линии со шкалой  $\max \text{VO}_2$  покажет искомое значение максимального потребления кислорода (МПК).

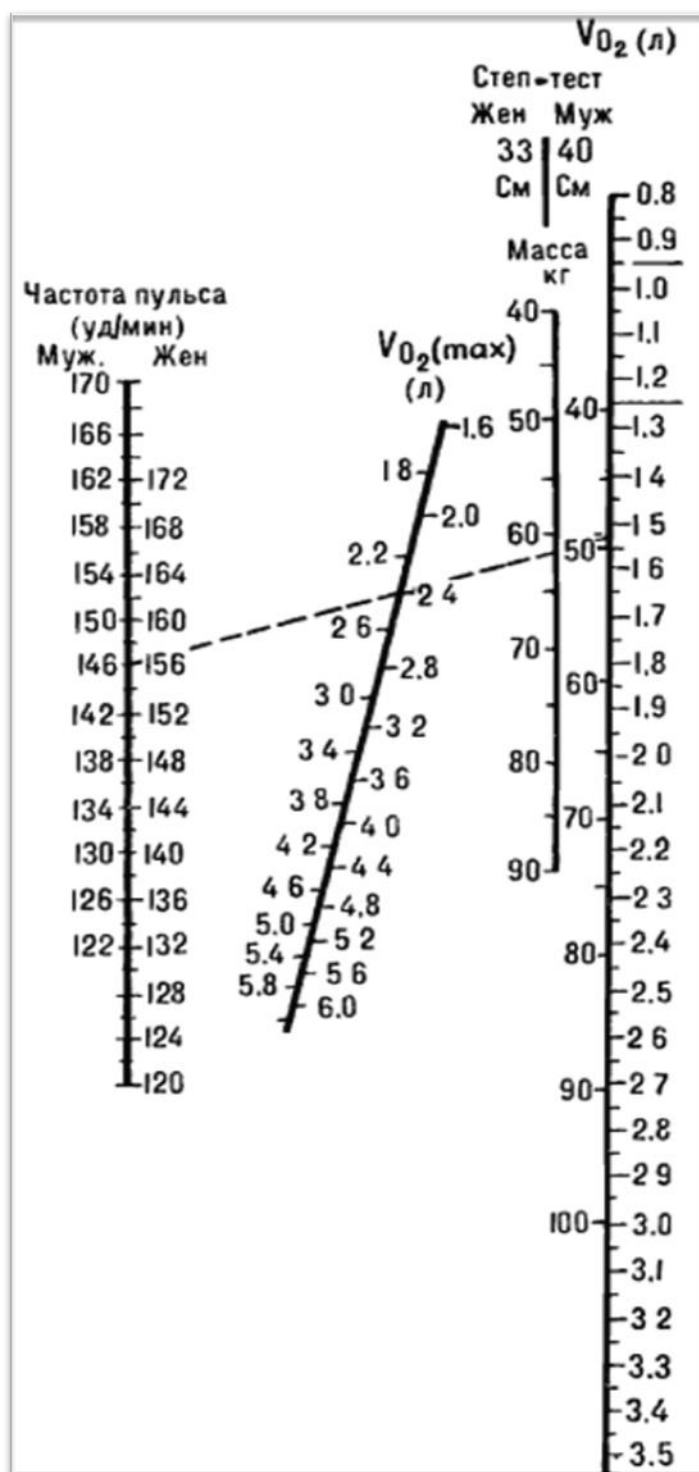


Рис. 1. Номограмма Астранда для непрямого определения максимального потребления кислорода (МПК)

Таблица 7

Уровни физического здоровья человека в соответствии с величинами МПК

Уровень физического здоровья человека	Величина максимального потребления кислорода (МПК) (мл/мин/кг)				
	Возраст (лет)				
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69
Низкий	32	30	27	23	20
Ниже среднего	32-37	30-35	27-31	23-28	20-26
Средний	38-44	36-42	32-39	29-36	27-32
Выше среднего	45-52	43-50	40-47	37-45	33-43
Высокий	>52	>50	>47	>45	>43

**Рекомендации по оформлению протокола работы.** Определите МПК. Сделайте заключение о состоянии физического здоровья (табл. 7).

#### **Работа № 4. Расчет должных величин МПК**

Должные величины МПК (ДМПК) отражают средние значения нормы для людей данного возраста и пола.

##### **Ход работы**

ДМПК рассчитайте по формулам:

– для мужчин:

$$\text{ДМПК} = 52 - (0,25 \times \text{возраст});$$

– для женщин:

$$\text{ДМПК} = 44 - (0,2 \times \text{возраст}).$$

Оценочным показателем является отклонение ДМПК от МПК, выраженное в процентах.

Рассчитайте процент ДМПК по формуле:

$$\text{ДМПК}\% = \text{МПК} / \text{ДМПК} \times 100\%,$$

где: МПК – показатель, рассчитанный по формуле Карпмана.

Таблица 8

Уровни физического здоровья человека в соответствии с ДМПК

Уровень физического здоровья человека	% ДМПК
Низкий	50-60
Ниже среднего	61-74
Средний	75-90
Выше среднего	91-100
Высокий	101 и выше

**Рекомендации по оформлению протокола работы.** Результаты внесите в тетрадь протоколов опытов. Сделайте вывод (табл. 8).

### Практическое занятие 3.

## ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МЕБЕЛИ И РАБОЧЕЙ ПОЗЕ УЧАЩЕГОСЯ

**Цель:** познакомиться с гигиеническими требованиями к школьной мебели, рабочей позе, научиться правильно подбирать мебель в соответствии с параметрами тела и вырабатывать правильную рабочую позу, позволяющую сохранить работоспособность.

#### Задачи:

1. Определить параметры мебели в учебной аудитории.
2. Сопоставить параметры мебели с антропометрическими показателями учащихся.

**Оборудование:** сантиметровые ленты.

От правильного подбора мебели (стола, стула) и соответствия их элементов пропорциям тела и росту учащихся зависит правильная посадка учащихся, предупреждение раннего утомления, нарушений осанки и зрения.

В процессе систематического обучения в деятельности преобладающим становится статический компонент. Большая статическая нагрузка еще более возрастает, если учащийся сидит за мебелью неправильной конструкции или не отвечающей своими размерами длине и пропорциям тела учащегося. В этих случаях учащийся также не может сохранять правильную рабочую позу, в результате чего нарушается и осанка. Позы с небольшим наклоном более выгодны с точки зрения статики и биомеханики – меньшее колебание центра тяжести. При больших наклонах в работу вовлекаются дополнительные двигательные единицы, учащается пульс, снижается амплитуда дыхания, возможны нарушения зрения, возникают застойные явления в кровеносном русле ног и малого таза, происходит сдавливание позвоночных дисков.

Гигиенические требования к школьной мебели в первую очередь касаются ее размеров. Размеры и соотношения основных частей ученического стола устанавливаются на основании специальных антропометрических измерений.

### **Ход работы (оценка мебели для учащихся)**

1. Для определения **высоты стула** в качестве ведущей величины принята средняя длина голени со стопой.

2. Рассчитывая глубину сиденья следует исходить из неполной величины бедра: **глубина сиденья** должна составлять  $\frac{2}{3}$ - $\frac{3}{4}$  длины бедра, при этом, посадка учащихся более устойчива и менее утомительна, а площадь опоры достаточна.

3. **Профиль сидения** должен соответствовать форме бедра и ягодиц.

4. У каждого стула обязательно наличие **профилированной спинки**, которая используется как дополнительная опора.

! В мебели для учащихся обязательно должно быть выдержано правильное соотношение основных элементов: крышки стола и стула со спинкой. Эти соотношения нормируются величинами **дифференции, дистанции спинки и дистанции сиденья**.

5. Расстояние от края стола до сиденья – **дифференция** – равно разности высот сиденья и локтя свободно опущенной руки сидящего школьника с добавлением 2,5 -5 см. Заниженная или завышенная дифференция вынуждает учащегося опускать или поднимать правое плечо при письме, что приводит к асимметрии тела и искривлению позвоночника, а так же к сокращению дистанции от глаз до рабочей поверхности.



6. Расстояние по горизонтали от заднего края крышки стола до спинки стула – **дистанция спинки** – оказывается оптимальным, если оно не превышает передне-заднего диаметра грудной клетки учащегося более чем на 5 см. При недостаточной дистанции спинки затрудняется экскурсия грудной клетки, при завышенной дистанции спинки учащийся лишен возможности использовать спинку стула как дополнительную опору, центр тяжести тела по отношению к точке опоры смещается вперед, статическая нагрузка мышц спины и шеи возрастает, утомление прогрессирует, работоспособность падает.

7. Расстояние по горизонтали между краем крышки стола и краем сиденья – **дистанция скамьи** – должно быть отрицательным (4-8 см). При нулевой или положительной дистанции сидящий должен вытягиваться вперед, рабочая поза становится неудобной, усиливаются статические нагрузки мышц спины и шеи, быстрее развивается и нарастает утомление.

8. Поверхность мебели должна быть светлой (но не белой), матовой.

! Правильно подобранная мебель позволяет учащимся сохранять правильную рабочую позу, обеспечивая 4 точки опоры при письме (стопы, седалищные бугры, поясничный лордоз, предплечья) и максимально долго сохранять работоспособность.

Стол и стулья для школьников должны иметь маркировку согласно ГОСТам (табл. 9).

Таблица 9

Размеры парт по ГОСТам

Группа мебели	Цвет маркировки	Рост, см	Высота заднего края крышки стола над полом, см	Высота переднего края сиденья над полом, см
1 А	Желтый круг	До 130	54	32
2 Б	Красный круг	130-145	60	36
3 В	Голубой круг	145-160	66	40
4 Г	Зеленый круг	160-175	72	44
5 Д	Белый круг	175 и вы-	78	48

Для определения номера парты можно использовать формулу Н.Н. Карташева:

$$(\text{Рост} - 100) / 15$$

При росте 160 см рассчитываем:  $(160 - 100) / 15 = 4$ , то есть учащемуся требуется 4 номер мебели, группа «Г».

**Рекомендации по оформлению протокола работы.** Зарисовать схематично правильную позу при письме, указать центры тяжести и точки опоры. Выписать основные понятия и формулу. Измерить антропометрические параметры тела и рассчитать параметры мебели, перечисленные выше.

Подберите в аудитории соответствующий вашим параметрам стол и стул, примите правильную позу, оцените удобство работы.

#### **Практическое занятие 4.**

### **ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УЧЕБНОЙ КОМНАТЕ, ЕЕ ВОЗДУШНОМУ РЕЖИМУ, ОСВЕЩЕННОСТИ**

**Цель:** ознакомиться с гигиеническими нормами и требованиями, предъявляемыми к воздушному режиму и освещенности учебной аудитории.

**Задачи:**

1. Определить площадь и объем помещения, приходящиеся на одного учащегося.
2. Определить световой коэффициент и коэффициент заглубления.
3. Оценить искусственное освещение.
4. Определить температуру воздуха и коэффициент аэрации.

**Оборудование:** измеритель расстояния (рулетка), сантиметровые ленты, термометры.

Для сохранения высокой работоспособности учащихся и предупреждения утомления важно, чтобы размеры аудитории, ее кубатура и микроклимат соответствовали гигиеническим требованиям.

Состояние воздушной среды оказывает существенное влияние на работоспособность человека, его самочувствие, настроение.

Физическое состояние воздушной среды, известное под названием – микроклимат, характеризуется температурой, величиной атмосферного давления, влажностью, скоростью движения воздуха и мощностью тепловых излучений. Несо-

блюдение гигиенических требований к воздушному режиму, естественному и искусственному освещению ухудшает восприятие и усвоение учебного материала.

## **Работа № 1. Гигиеническая оценка учебной комнаты**

### **Ход работы**

Измерить с помощью рулетки ширину (глубину), длину и высоту учебной комнаты. Определить площадь и объем помещения, приходящихся на одного человека, дать гигиеническую оценку.

Пример. Глубина комнаты – 6,3 м; длина – 8,4 м; высота – 3м; в помещении занимается 32 человека.

*Решение:*

1. Определим площадь помещения, приходящуюся на одного учащегося:

$$6,3 \times 8,4 : 32 = 1,6 \text{ м}^2$$

2. Определим объем помещения, приходящегося на одного учащегося ;

$$6,3 \times 8,4 \times 3 : 32 = 4,9 \text{ м}^3$$

*Заключение.* Площадь и объем помещения превышают минимальные размеры на одного учащегося, предусмотренные гигиеническими нормативами (1, 25 кв. м, 3,75 куб. м).

## **Работа № 2. Гигиеническая оценка естественного освещения**

1. Определение светового коэффициента и его гигиеническая оценка. **Световым коэффициентом** называется отношение остекленной поверхности окон к площади пола. **Гигиеническая норма: 1 : 4 или 1 : 5.**

Для его определения необходимо подсчитать площадь пола и остекленной поверхности окон (последняя равна площади окон минус 10 % площади, приходящейся на переплет оконных рам)

Пример. Определить световой коэффициент помещения площадью 48 кв. м, в котором три окна площадью по 2,7 кв. м.

*Решение:*

1. Определяем площадь окон:

$$2,7 \times 3 = 8,1 \text{ м}^2$$

2. Определяем площадь, приходящуюся на переплет:

$$8,1 - 100 \%$$

$$x - 10 \%$$

$$x = 8,1 \times 10 : 100 = 0,81$$

Площадь остекления равна:

$$8,1 - 0,81 = 7,89 \text{ м}^2$$

Находим световой коэффициент:

$$7,89 : 48,0 = 1 : 6.$$

*Заключение.* Световой коэффициент не соответствует гигиеническим требованиям (1 : 4 или 1 : 5).

## 2. Определение коэффициента заглубления

**Коэффициентом заглубления** называется отношение высоты верхнего края окна над полом к глубине помещения. Согласно гигиеническим нормативам, он должен быть равным **1 : 2**, т.е. глубина помещения не должна превышать расстояния от верхнего края окна до пола более чем в два раза. Тогда освещенность отдельных мест помещения будет достаточной.

*Пример.* Высота верхнего края окна над полом – 2,8 м; глубина – 6,5 м. '

*Решение:*

Определяем коэффициент заглубления:

$$2,8 : 6,5 = 1 : 2$$

*Заключение.* Коэффициент заглубления отвечает гигиеническим требованиям.

## Работа № 3. Гигиеническая оценка искусственного освещения

В соответствии с гигиеническими нормативами уровень искусственной освещенности в классных комнатах, учебных кабинетах и лабораториях должен быть не менее 150 люкс (лк) при использовании ламп накаливания и 300 лк – при освещении люминесцентными лампами.

Приблизительную величину искусственной освещенности можно определить следующим образом:

а) определить суммарную мощность ламп накаливания или люминесцентных источников света, умножив общее количество ламп на их мощность в ваттах (она указана на цоколе или колбе лампы, как правило 40 Ватт) ;

б) определить удельную мощность светового потока, т.е. количество Ватт, приходящихся на 1 м<sup>2</sup> площади пола (она должна быть не менее 20 Ватт/кв.м для люм. ламп и не менее 50-60 Ватт/кв.м для ламп накаливания) ;

в) перевести удельную мощность в люксы с помощью таблицы 10.

Таблица 10

Поправочные коэффициенты для перевода удельной мощности ламп  
в люксы

Мощность ламп в Ваттах (Вт)	Поправочный коэффициент при напряжении в электрической сети в Воль- тах	
	127	220
<i>Лампы накаливания:</i>		
а) до 100 Вт	2,4	2,0
б) свыше 100 Вт	3,2	2,5
<i>Люминесцентные лампы</i>	15,0	

Пример. Определить уровень освещенности в помещении, площадью 50 кв. м, в котором установлено 8 ламп накаливания мощностью по 300 Вт. Напряжение в электро-сети 127 Вольт.

*Решение:*

1. Определяем суммарную мощность ламп:

$$8 \times 300 = 2400 \text{ Вт}$$

2. Определяем удельную мощность:

$$2400 : 50 = 48 \text{ Вт/м}^2$$

3. Определяем уровень освещенности:

$$48 \times 3,7 \text{ (коэффициент взят из таблицы 10)} = 155 \text{ лк}$$

*Заключение.* Уровень освещенности соответствует гигиеническим нормативам.

Аналогичным образом подсчитывается уровень освещенности, создаваемый лю-минесцентным лампами.

#### Работа № 4. Гигиеническая оценка воздушного режима классных помещений

Определяют основные параметры воздушной среды в учебном помещении а) тем-пературу воздуха; б) коэффициент аэрации.

1. Определение температуры воздуха. Температуру воздуха определя-ют спиртовым термометром на уровне роста в четырех точках: у наружной стены, в центре помещения и у внутренней стены.

После проведения измерений записывают результаты и дают им гигиеническую оценку. Температура должна составлять 18-22 °С.

**2. Определение коэффициента аэрации. Коэффициент аэрации** представляет собой отношение площади сечения фрамуг к площади пола, которое должно быть **не менее чем 1 : 50**.

Методика определения коэффициента состоит в следующем: определяют ориентировочно открывающуюся площадь фрамуг или форточек и подсчитывают, сколько раз эта площадь укладывается в площади пола помещения.

**Рекомендации по оформлению протокола работы.** Проведенные расчеты, результаты внесите в тетрадь протоколов опытов. Сделайте выводы.

### **Практическое занятие 5.**

### **АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ**

**Цель:** освоить методы оценки адаптации организма к физической нагрузке.

**Оборудование:** электрокардиограф, физиологический раствор, марля, ступеньки, велоэргометр.

Методом вариационной пульсометрии можно определить напряжение сердечно-сосудистой и вегетативной системы.

Вариационная пульсометрия является наиболее распространенным методом математического анализа сердечного ритма. Она в наглядной форме демонстрирует возможность оценки вегетативного гомеостаза, взаимодействие симпатического и парасимпатического отделов ВНС.

#### **Ход работы**

Произведите запись ЭКГ до и после дозированной физической нагрузки.

1. Произведите исходную запись 50-ти кардиоинтервалов во втором отведении.

2. Выполните степ-тест (в течение 5 минут восхождение на ступень высотой 40см в максимальном темпе).

3. Произведите конечную запись ЭКГ сразу после нагрузки (50 кардиоинтервалов во втором отведении).

Статистическая обработка:

1. Измерьте величину кардиоинтервалов в см, выразить в секундах, занести в таблицу 11 (отдельно таблица для исходных и для конечных данных).

Таблица 11

Длительность кардиоинтервалов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Найдите минимальную и максимальную величины кардиоинтервалов, найдите величину классового интервала, разбейте значения на классы.

3. Постройте таблицу вариационного распределения кардиоинтервалов (отдельно для исходных и конечных данных).

Сущность вариационной пульсометрии (или кардиоинтервалографии) состоит в изучении закона распределения кардиоинтервалов. При этом строится вариационная кривая или гистограмма и определяются ее различные характеристики. При построении гистограммы первостепенное значение имеет выбор способа группировки кардиоинтервалов. Характер и форма гистограммы зависят от того, в каком диапазоне значений производится группировка и каков интервал группировки.

На основании сложившейся традиции, учитывающей физиологический смысл данного методического подхода, в вариационной пульсометрии принята группировка с интервалом 0,05 с в диапазоне от 0,40 до 1,3 с. Таким образом, выделяются 20 диапазонов значений кардиоинтервалов, каждый из которых имеет ширину в 50 мс (0,05 с). Каждый диапазон значений начинается с округленного с точностью до 0,05 значения, то есть 0,40-0,44, 0,45-0,49, 0,50-0,54 с и т.д.

Фиксированная шкала значений и диапазонов для построения вариационной пульсограммы позволяет сравнивать данные, полученные различными авторами. Существуют графический и числовой способы представления вариационной пульсограммы.

В приведенном примере (табл. 12) все значения кардиоинтервалов размещаются всего в двух диапазонах, при этом в один из них попадает 76 % значений. Это означает, что имеются высокая степень мобилизации си-

системы кровообращения и высокий уровень ее функционирования. Данные свидетельствуют о преобладании симпатического ВНС.

Таблица 12

Числовой способ представления вариационной пульсограммы

Номер класса	Классовый интервал	Встречаемость кардиоинтервала	Встречаемость кардиоинтервалов в %
1	0,40-0,44		
2	0,45-0,49		
3	0,50-0,54		
4	0,55-0,59	38	76
5	0,60-0,64	12	24
6	0,65-0,69		
7	0,70-0,74		
19	1,25-1,29		
20	1,3 и более		

Постройте кривые распределения кардиоинтервалов до и после нагрузки на одном графике разным цветом. По оси ординат нужно отложить в процентах значения встречаемости кардиоинтервалов, по оси абсцисс – классовые интервалы. Определите сдвиг кардиоинтервалограммы после нагрузки. Сделайте вывод об изменении вегетативного тонуса (сдвиг кривой влево – рост симпатического тонуса, сдвиг вправо – рост парасимпатического тонуса).

6. Определите следующие параметры: моду ( $M_o$ ), амплитуду моды ( $A_m$ ), вариационный размах ( $C$ ). Эти параметры определяются для расчета индекса напряженности (ИН) и индекса вегетативного равновесия (ИВР). Сравните полученные данные у различных испытуемых.

Мода – середина наиболее часто встречающегося класса (в приведенном примере – 0,57 с.). Мода указывает на наиболее вероятный уровень функционирования системы кровообращения (точнее, синусового узла). Амплитуда моды – число интервалов, относящихся к модальному классу выраженное в %. В приведенном примере 76 %. Этот показатель отражает стабилизирующий (мобилизующий) эффект централизации управления ритмом сердца. В основном этот эффект обусловлен влиянием отдела ВНС.

Вариационный размах определяется по формуле:

$$C = (X_{\max} - X_{\min} / X_{\text{ср.}} \times D_n) - 100 \%,$$



где:  $X_{\max}$  – Самое большое значение кардиоинтервала,  $X_{\min}$  – самое низкое значение кардиоинтервала,  $X_{\text{ср.}}$  – среднее значение для 50 кардиоинтервалов,  $Dn = 4,4$ .

**Рекомендации по оформлению протокола работы.** Полученные данные и выводы внесите в тетрадь протоколов опытов.

### **Список основной литературы:**

1. Гершкорон Ф.А. Экологическая физиология: учебно-методическое пособие к лабораторным занятиям. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. – 33 с.
2. Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Проблемы адаптации и учение о здоровье. – М.: Изд-во РУДН, 2006. – 284 с.
3. Агаджанян Н.А., Григорьев А.И., Черешнев В.А., Сидоров П.И. и др. Экология человека. Учебник. (Гриф Минобрнауки РФ) – М.: Изд-во ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 240 с.
4. Гигиена и экология человека / под ред. Н.А. Матвеевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 304 с.
5. Гигиена с основами экологии человека / под. ред. П.И. Мельниченко. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 752 с.
6. Гора Е.П. Экология человека. – Дрофа, 2007. – 540с.
1. Прохоров Б.Б. Экология человека. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 320 с.
7. Экология человека / под ред. А.И. Григорьева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 240 с.