

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

С. И. Квашнина, Н. М. Фатеева, А. Н. Антипова

**МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ
ПОДХОДЫ К РАСЧЕТУ
МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ
И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Учебное пособие

Часть 2

Тюмень
ТюмГНГУ
2012



УДК 519.23: 613,6 (075.8)

ББК Р1251.2+В22

К 32

Рецензенты:

доктор физико-математических наук, профессор Пахоруков Ю. В.

доктор медицинских наук, профессор Прокопьев Н. Я.

Квашнина, С. И.

К 32

Математико-статистические подходы к расчёту медико-биологических и физиологических показателей [Текст]: учебное пособие / С. И. Квашнина, Н. М. Фатеева, А. Н. Антипова. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. – 68 с.

ISBN 978-5-9961-0484-0

Материалы, изложенные в учебном пособии, представляют определённый интерес. Показана демографическая ситуация России. По абсолютным данным приведены расчёты относительных величин, характеризующих движение населения, как естественное (рождаемость, смертность и его естественный прирост), так и механическое (в основном отражающее миграционные процессы). Предложены и достаточно доходчиво объяснены индивидуальные домашние задания для СРС, примеры решения задач с использованием математической статистики, с правилами которой студенты ознакомились в первой части пособия.

Учебное пособие предназначено для студентов очной формы обучения специальностей 200401.65 – Биотехнические и медицинские аппараты и системы, 200402.65 – Инженерное дело в медико-биологической практике, направлений: 201000.62 – Биотехнические системы и технологии, 0800116 – Математические методы в экономике для выполнения самостоятельных, практических и лабораторных работ по дисциплинам: «Биология человека и животных», «Основы физиологии», «Введение в биотехнические системы и технологии» и «Статистика».

УДК 519.23: 613,6 (075.8)

ББК Р1251.2+В22

ISBN 978-5-9961-0484-0

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный нефтегазовый университет», 2012



СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В ПРАКТИКЕ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	7
1.1. Превалирующие тенденции в демографических процессах России	7
1.2. Основные методологические подходы к математико-статистическим исследованиям лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ).....	9
1.3. Статистика, динамика и расчёты их показателей	10
1.3.1. Механическое движение	10
1.3.2. Естественное движение	12
2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ	16
2.1. Медицина и здоровье.....	16
2.2. Основные изучаемые виды заболеваемости.....	17
3. ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В МЕДИКО- БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ	18
3.1. Расчёт относительных величин по временной нетрудоспособности (ВН) на 100 работающих, структуры заболеваемости и средней длительности одного случая (ВН).....	18
3.2. Расчет средней арифметической и среднего квадратического отклонения.....	20
3.3. Оценка величины ошибки	22
3.4. Метод оценки достоверности различий обобщающих коэффициентов	23
3.5. Виды динамических рядов	24
3.6. Вычисление коэффициента корреляции	25
4. МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАСЧЕТУ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	27
4.1. Показатели физического развития и физиологические у населения как основные критерии его здоровья	27
4.2. Основные формулы расчета результатов исследования	28
4.3. Карта самообследования студента.....	29
4.4. Примеры расчета физиологических данных.....	31



ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ФИЗИОЛОГИИ

5. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ	36
5.1. Определение частоты сердечных сокращений в состоянии покоя и после физической нагрузки	36
5.2. Расчет минутного и систолического объема крови.....	37
6. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИИ ДЫХАНИЯ	38
6.1. Определение размеров грудной клетки в покое, во время вдоха и выдоха	38
6.2. Определение длительности задержки дыхания в покое, после нагрузки и гипервентиляции. Пневмотахометрия	38
7. СПИРОМЕТРИЯ	39
7.1. Регистрация спирограммы. Определение жизненной емкости легких (методика проведения работы).....	39
7.2. Анализ спирографических показателей человека.....	41
7.3. Общие вопросы методики исследования и критерии оценки показателя дыхания	44
7.4. Коэффициенты для приведения объема газа к системе ВТР	46
7.5. Расчет должных величин основных спирографических показателей с помощью формул и таблиц	47
7.6. Примеры пользования таблицей и вычисление отклонения основного обмена от должного у человека по формуле Рида	49
8. Показатели физического развития – один из основных критериев оценки здоровья населения	50
8.1. Основные признаки и факторы, влияющие на уровень физического развития	50
8.2. Оценка показателей физического развития с помощью расчетных формул и характеристики пропорций телосложения.....	53
8.3. Пропорции телосложения.....	54
9. КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПОСТАНОВКЕ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА	55
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	57
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	58
П Р И Л О Ж Е Н И Е	59



Статистику еще часто определяют как науку принятия разумных решений перед лицом неопределенности.

Браунли К. А.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из вариантов применения математической статистики является исследование здоровья населения.

В современной литературе существует более ста определений и подходов к понятию «здоровье». Они часто сводятся к таким формулировкам, как:

- здоровье – это отсутствие болезней;
- здоровье и норма – понятия тождественные;
- здоровье как единство морфологических, психоэмоциональных и социально-экономических составляющих.

Охрана здоровья населения - это совокупность мер политического, экономического, правового, социального, культурного, научного, медицинского, санитарно-гигиенического и противоэпидемического характера, направленных на сохранение и укрепление физического и психического здоровья каждого человека, поддержание его долголетней активности, предоставление ему медицинской помощи в случае утраты здоровья.

Адекватная оценка качества медицинской помощи - одна из важнейших проблем управления здравоохранением в новых экономических условиях, требующих тесной увязки оплаты медицинских услуг с их качеством.

Из задач информационного обеспечения органов управления здравоохранением вытекает понимание того, что, помимо частных показателей, управление невозможно без обобщенных критериев его эффективности, основанных на конечных результатах, – сохранения здоровья населения.

Например, нет такого аспекта в сложном процессе создания лекарственных препаратов, в котором не применялись бы методы математической статистики: от процедуры отбора химических соединений и/или трав для получения заданного спектра биологической активности на первом этапе до прогнозирования продажи уже зарегистрированного препарата. Возрастает роль специалиста-статистика в обсуждении проекта в целом – от начала его разработки до полной реализации продукта. В настоящее время участие специалистов-статистиков в планировании и анализе результатов медико-биологических исследований является обычной и широко распространенной практикой. Математическая статистика может по-



мочь в формулировании цели, разработке дизайна, выборе методов рандомизации, определении необходимого числа пациентов для получения статистически значимого заключения, непосредственно в проведении анализа полученных результатов и формировании заключения.

Применение статистических методов не является формальной процедурой. Это – творческая деятельность. И, как любая творческая деятельность, планирование исследований и интерпретация полученных результатов требуют глубоких знаний в области математики.

В данной работе мы попытаемся дать основные представления о процедурах и методах математической статистики, применяемых в области медико-биологических исследований, понимание сути которых в той или иной степени необходимо практически всем активным участникам процесса. Будет проведен анализ применяемых методов и схем расчетов к статистической обработке результатов медико-биологических исследований. Мы надеемся, что приведенные в этой работе теоретические и практические сведения помогут исследователям правильно сформулировать конкретную задачу анализа данных на языке математики, выбрать необходимые методологические подходы к выполнению статистических процедур для её решения, а также правильно интерпретировать полученные результаты.

Так как индивидуумам присуща врожденная изменчивость признаков (например, рост, масса тела, окружность груди и т.п.), а также учитывая, что биологические признаки могут случайным образом меняться во времени, главная цель статистики – это получение осмысленных заключений из несогласованных, подверженных разбросу данных [1]. Известно также, что природа данных характеризуется разбросом или вариацией, и поэтому всё это диктует необходимость их статистического оценивания.

И совершенно обоснованно, характеризуя математическую статистику, К. А. Браунли отмечает, что «статистику ещё часто определяют как науку принятия разумных решений перед лицом неопределенности» [2].



1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В ПРАКТИКЕ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение как группового, так и общественного здоровья населения невозможно без применения математико-статистических исследований. При этом традиционно принято использовать ряд групп индикаторов или показателей здоровья, таких как:

- медико-демографические и заболеваемость населения;
- физическое здоровье (развитие) и функциональное состояние по органам и системам организма человека.

1.1. Превалирующие тенденции в демографических процессах России

Термин «демография» происходит от греческих слов *demos* – народ и *grapho* – писать, изображать, т.е. демография – это наука о населении.

Статистическое изучение народонаселения в России, как и везде, ведется по таким главным направлениям, как статистика и динамика с анализом демографических показателей населения. И если динамика населения отражает движение и изменение его численности, то статистика характеризует его численный состав на определенный (критический) момент времени. Состав населения изучается по ряду основных признаков: полу, возрасту, социальным группам; профессии и занятиям, семейному положению, национальности и языку; культурному уровню, грамотности и образованию; месту жительства, географическому размещению и плотности населения.

Основными, наиболее достоверными источниками сведений о численном составе населения служат регулярно проводимые его переписи на территориальном уровне. Как стало известно, одна из первых известных попыток учета населения была проведена в 238г. до нашей эры в Китае. В Ветхом Завете неоднократно упоминаются аналогичные сведения относительно Палестины. Первая перепись, отвечающая научным принципам учета населения (однодневная и поименная), была проведена в 1846 году в Бельгии. В России в целях рационального налогообложения выполнялся похозяйственный учет населения. Он проводился по «домам», по «дворам», по «сохам». С 1718 по 1860 годы здесь было организовано десять «ревизий», учитывающих, «сколько, у кого и в которой деревне насчитывается душ мужского пола». Первая всеобщая перепись населения в нашей стране была проведена в 1897году. На протяжении XX и начале XXI столетий у нас имели место восемь всеобщих переписей, а именно: в 1920, 1926, 1937, 1939, 1959, 1970, 1989 и в 2002 годах. Очередная всеобщая перепись населения в России была проведена в начале 2010года.

Отмечено, что с 1991г. практически стабилизировалась структура населения России по полу. С 1995г. доля женщин России сохраняется



на уровне 53,0%, а мужчин соответственно - 47,0%. По данным переписи населения 1959г., соотношение мужчин и женщин составляло соответственно 45 и 55%. В последние десятилетия XX в. происходит выравнивание этого соотношения за счет людей молодого возраста.

XX век называют веком урбанизации (от латинского: слова *Urbus* – город). Он характеризуется процессами повышения роли городов в развитии общества. Так, если к 1900г. в городах мира проживало 13,6% всего населения Земли, то к 1950г. – уже 29,2%, а к началу XXI в. – более половины населения земного шара. Уже сейчас в экономически развитых странах, в городах Западной и Центральной Европы, Северной Америки и Японии (к началу XXI века) проживает более 80 % населения. В России к концу XX века городское население составляло 73,0 %. И в то же время, по прогнозам демографов, доля городского населения в нашей стране в ближайшие годы будет возрастать.

Как мы знаем, основными показателями в динамике населения являются данные миграционных процессов и естественного прироста населения. Среди показателей естественного движения населения России следует отметить резкое снижение естественного прироста в 90-е годы XX века из-за увеличения показателей смертности и упадка рождаемости.

На рис. 1 показана структура причин смертности по нозологическим формам. При этом отмечено превалирование заболеваний сердечно-сосудистой системы и онкологической патологии (хотя до недавнего времени второе место занимали травмы и отравления). Отмечается не только снижение коэффициента рождаемости, но и абсолютного числа родившихся детей. Так, если в середине 80-х годов XX столетия число родившихся в России составляло около 2,5 млн. человек в год, то к середине 90-х годов эта цифра снизилась до 1,4 млн., а в 2000 г. в России родилось всего 1 млн 260 тыс. детей. Такого резкого снижения рождаемости (в 2 раза) за такой относительно короткий промежуток времени, 15 лет, не отмечалось ни в одной развитой стране мира. Сокращение числа родившихся в 2000 г. зарегистрировано в 85 из 89 регионов России. Лишь в нескольких регионах России показатель рождаемости оставался выше 15 %. Это регионы, где традиционно отмечается высокая рождаемость: Республика Дагестан – 17,9 %, Республика Ингушетия – 16,4%, Республика Тува – 15,7% и др. Однако, в ряде регионов показатель рождаемости в 2000г. был ниже на 7%, в том числе и в Санкт-Петербурге. В Псковской, Тульской и многих других областях России этот показатель был намного ниже, чем 15%, и составил около 6%.

В последние годы принято говорить о «сверхсмертности» мужчин. Это объясняется тем, что летальность мужчин охватывает в наиболее трудоспособных возрастных группах, особенно велика преждевременная смерть, которая превышает смертность женщин того же возраста более чем в 4 раза.



Демографы зафиксировали так же тот факт, что к началу 1999года впервые в России за весь XX век число пенсионеров превысило численность детей и подростков в возрасте до 16 лет на 0,4 %, или на 110 тыс. человек.

По прогнозам специалистов, к началу 2016 года количество населения пожилого и старческого возраста будет превосходить детей и подростков в 1,6 раза.

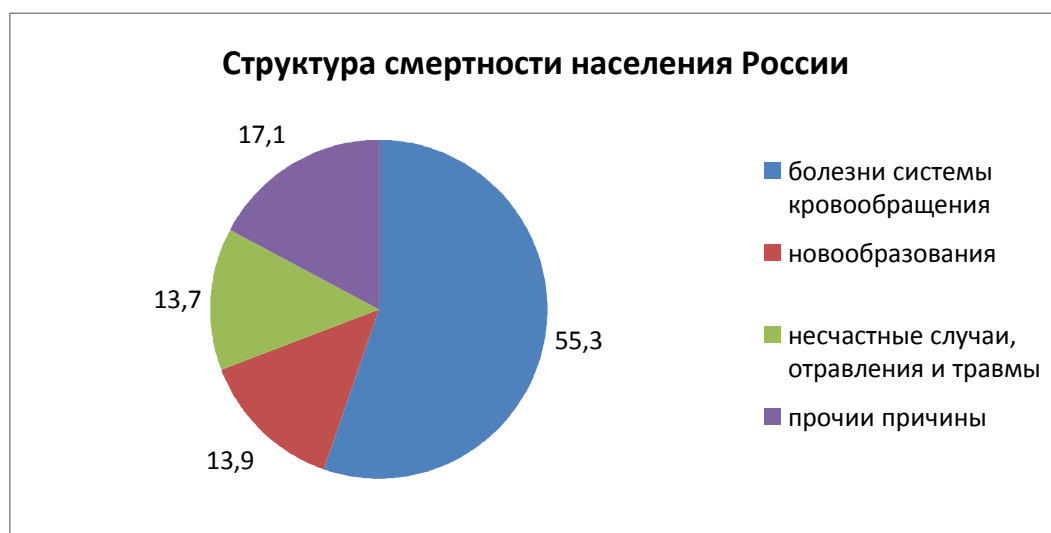


Рис. 1. Структура смертности населения России (в отношении к 100%)

Анализ имеющихся статистических данных также показал, что на 1 января 2000г. в России насчитывалось около 1 млн. вынужденных переселенцев и беженцев, причем около 1/3 из них составляли беженцы из Казахстана, Узбекистана и Таджикистана.

Все процессы в народоперемещениях страны, их изменения и направления, необходимо учитывать при планировании в социальных сферах деятельности, организации медицинской помощи населению в конкретных регионах с учетом меняющейся медико-демографической ситуации в том или ином регионе (области или федеральном округе) России.

1.2. Основные методологические подходы к математико-статистическим исследованиям лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ)

Получение любых статистических материалов проводится в строго определенной последовательности, поэтому знание порядка сбора, обработки и анализа материалов наблюдения, понимание содержания в конкретном случае важно для специалистов, имеющих дело с цифровыми данными.



Методологические подходы статистического исследования при тематико-статистических исследованиях проводятся в следующей последовательности:

1. Сбор материалов и их проверка.
2. Обработка и сводка материалов.
3. Счетная обработка сводки.
4. Статистический анализ.
5. Оформление результатов анализа.

По ходу изложения материалов будут рассмотрены варианты применения методологических подходов к расчёту величин (например, работа с абсолютными данными, нахождение показателей относительных, средних, корреляционных связей и других).

Анализ материала предусматривает сравнение, сопоставление и оценку различных цифровых данных. Для этого используются различные величины (коэффициенты). Одним из методов статистической обработки является метод расчета обобщающих коэффициентов, в числе которых находятся и методы расчета относительных передних величин.

Для сравнения показателей, например, между показателями ЛПУ и демографическими показателями (среди населенных пунктов с различной численностью), ведется *расчет относительных величин* - это метод, при котором определяются относительные данные на 100, 1000 и т.д. населения (случаи, дни заболеваемости и др.).

1.3. Статистика, динамика и расчёты их показателей

Как отмечалось выше, статистическое изучение народонаселения ведется в двух основных направлениях: статистики (изучение численного и качественного состава населения) и динамики (отражение движения, изменений численности населения).

Статистика населения - это зарегистрированный численный состав населения на определенный (критический) момент времени. Состав населения изучается по ряду основных признаков: по полу, возрасту, социальным группам; профессии и занятиям, семейному положению, национальности и языку; культурному уровню, грамотности и образованию; месту жительства, географическому размещению и плотности населения.

Динамика населения отражает движение и изменение его численности. Движение может быть как механическим, так и естественным.

1.3.1. Механическое движение

Механическое движение населения происходит в результате характерных для всей истории человечества миграционных процессов. Выражение «миграция» произошло от латинского слова *Migratio* (*migrant* – пере-



хожу, переселюсь). Различают внешнюю миграцию, т.е. миграцию за пределы своей страны, и внутреннюю – перемещение населения внутри страны.

Для оценки миграционных процессов (МП) рассчитывается ряд показателей. Показатель миграционного процесса отражает разность численных значений между прибывшим (П) и выбывшим (В) населением (МП=П-В). На ряде задач рассмотрим примеры расчетов показателей МП.

Задача 1.1.

Определить показатель миграционного процесса (МП₁) в городе N₁ с населением 30 000 жителей, если в 2008г. сюда прибыло (П₁) 500 и выбыло (В₁) 150 человек.

Решение. МП₁ = П₁ - В₁. МП₁ = 500 – 150 = 350 человек.

Показатель МП может быть как положительным, так и отрицательным со знаком минус (-), если число выбывших будет больше, чем прибывших жителей.

Задача 1. 2.

Определить показатель миграционного процесса (МП₂) в городе N₂ с населением 35 000 жителей, если в 2008г. сюда прибыло (П₂) 1500 и выбыло (В₂) 1800 человек.

Решение. МП₂ = П₂ – В₂. МП₂ = 1500 – 1800 = (-) 300 человек.

Но более часто (например, при меняющейся численности населения по годам в одном населённом пункте или когда расчёты ведутся на разных территориях с различным числом жителей - в разных населенных пунктах) этот показатель рассчитывается в относительных величинах на 100, 1000 и т.п. населения.

Задача 1.3.

Определить показатель миграционного процесса в относительных величинах на 1000 (МП_{1 отн}) в городе N₁, при МП₁ = 350

Решение.

$$\text{МП}_{1\text{отн.}} = (\text{МП}_1 \times 1000) : 30\,000 = (350 \times 1000) : 30\,000 = 11,6$$

Задача 1.4.

Определить показатель миграционного процесса (МП₂) в относительных величинах на 1000 (МП_{2 отн}) в городе N₂, при МП₂ = (-) 300

Решение.

$$\text{МП}_{2\text{отн.}} = (\text{МП}_2 \times 1000) : 35\,000 = (-300 \times 1000) : 35\,000 = (-) 11,6$$

Другим показателем динамического движения является коэффициент эффективности миграции (КЭМ). Он рассчитывается путём деления показателей МП на сумму прибывших и выбывших с последующим умножением результатов на 100%.

Задача 1.5.

Определить коэффициент эффективности миграции (КЭМ) по показателям задач 1 и 2.

$$\text{КЭМ}_1 = (\text{МП}_1 \times 100\%) : (\text{П}_1 + \text{В}_1) = (350 \times 100) : (500+150) = 53,8.$$

$$\text{КЭМ}_2 = (\text{МП}_2 \times 100\%) : (\text{П}_2 + \text{В}_2) = (-300 \times 100) : (1500+1800) = (-) 9,09.$$



1.3.2. Естественное движение

Помимо механического движения, численный состав населения меняется в результате *естественного движения*. Это зависит от уровней рождаемости и смертности. Их разность характеризует естественный прирост населения. Он при более высоких показателях рождаемости становится положительным (+) и, наоборот, при превалировании данных по смертности населения – отрицательным (-).

Рождаемость - процесс возобновления населения за счет новых рождений. Показатель рождаемости является важнейшим, причем не только демографическим, но и медико-социальным критерием жизнеспособности и воспроизводства населения.

В основе воспроизводства поколений лежат биологические факторы, влияющие на способность организма к воспроизводству потомства.

Показатели рождаемости населения значительно влияют на демографическую ситуацию на определённом территориальном уровне. В табл. 1 показана динамика показателей рождаемости в России за период с 1940 по 2000 годы. Согласно представленным показателям, динамика имеет отрицательную тенденцию.

Таблица 1

Динамика показателя рождаемости в России с 1940 по 2000г.

Год	1940	1960	1970	1980	1990	2000
Показатель рождаемости %	31,6	24,0	17,0	15,9	13,4	8,7

По статистическим критериям рождаемость – это частота рождений в определенной группе населения. Регистрация новорожденных проводится в отделах ЗАГС или территориальных администрациях по месту жительства или месту рождения ребёнка в месячный срок на основании "Медицинского свидетельства о рождении" (форма ЮЗ/у-84).

Основными задачами при изучении рождаемости являются:

- характеристика уровня рождаемости среди всего населения или его отдельных групп;
- изучение динамики рождаемости;
- исследование факторов, оказывающих влияние на рождаемость.

Общее представление о масштабах рождаемости позволяет получить абсолютную численность родившихся за год, выраженную в относительных величинах на 1000 человек населения.

Статистический уровень рождаемости (ОКР) выражается в виде ряда коэффициентов, например общий коэффициент рождаемости (ОКР):



$$\text{Общий коэффициент рождаемости} = \frac{\text{число родившихся живыми} * 1000}{\text{средняя численность населения}}$$

Более точные характеристики рождаемости получают путем исчисления специального показателя – коэффициента плодовитости. Он позволяет устранить влияние половой и частично возрастной структуры населения.

При этом обычно вычисления проводят на среднегодовую численность населения. Наиболее простой способ вычисления заключается в суммировании численности населения на 1 января за два смежных года, деленной на 2. При исчислении **общего коэффициента плодовитости (ОКП)** в отличие от коэффициента рождаемости в знаменателе берется не общая численность населения, а численность женщин в возрасте от 15 до 49 лет.

Этот возрастной интервал называется генеративным, или плодовитым, периодом женщины.

Число рождений до и после этого возрастного интервала незначительно, и им можно пренебречь. Кроме того, показатель рождаемости уточняется повозрастными показателями плодовитости, для чего весь генеративный период женщины условно подразделяют на отдельные интервалы (15-19, 20-24, 25-29, 30-34, 35-39, 40-44, 45-49 лет).

Общий коэффициент плодовитости (ОКП) рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{ОКП} = (\text{Общее число родившихся живыми за год жизни} \div \text{среднегодовая численность женщин в возрасте 15 - 49 лет}) \times 1000.$$

Повозрастные показатели плодовитости (ППП) рассчитываются по формуле

$$\text{ППП} = (\text{Число родившихся живыми у женщин соответствующего возраста} \div \text{среднегодовая численность женщин соответствующего возраста}) \times 1000.$$

Для определения интенсивности процесса рождения обычно также пользуются показателями рождаемости. Общий коэффициент рождаемости (ОКР) рассчитывается по формуле

$$\text{ОКР} = (\text{Общее число родившихся за год живыми} \div \text{среднегодовая численность населения}) \times 1000.$$

Общий коэффициент рождаемости не дает исчерпывающего представления об интенсивности процесса, он пригоден для приблизительной характеристики явления.



Для оценки социального, демографического и медицинского благополучия той или иной территории необходимо учитывать не только показатели рождаемости, но и показатели **смертности**.

Взаимодействие между показателями рождаемости и смертности, замена одних поколений другими обеспечивает непрерывное воспроизводство населения.

В табл. 2 показана динамика показателей смертности населения России за период с 1940 по 2000 гг. Отмечается их максимальное снижение в 1970 году с последующим ростом к 2000 году.

Таблица 2

Динамика показателя смертности в России за 1940 – 2000 годы, %

Год	1940	1970	1980	1990	2000
Показатель смертности, %	17,4	8,4	11,0	11,2	15,3

Взаимодействие между показателями рождаемости и смертности, замена одних поколений другими обеспечивает непрерывное воспроизводство населения.

Первую приближенную оценку смертности можно дать на основе общего коэффициента смертности (ОКС), который рассчитывается следующим образом:

$$\text{ОКС} = (\text{Общее число лиц, умерших за год} \div \text{среднегодовая численность населения}) \times 1000.$$

Значительно более точными являются показатели смертности отдельных возрастно-половых групп населения, которые рассчитываются следующим образом:

Смертность лиц данного возраста и данного пола = число лиц данного пола, умерших в данном возрасте за год \div среднегодовая численность лиц данного возраста и пола \times 1000.

Большое значение в борьбе за снижение смертности и улучшение здоровья населения имеют показатели смертности от определенных заболеваний и структуры причин смертности, например, смертность от данного заболевания (СЗ) исчисляется по формуле

$$\text{СЗ} = (\text{число умерших лиц от данного заболевания за год} \div \text{средняя годовая численность населения}) \times 1000.$$

Естественный прирост населения служит наиболее общей его характеристикой.

Он может выражаться как абсолютным числом умерших лиц за определенный период времени (чаще за год), так и относительным и



иметь как положительные, так и отрицательные значения. Этот показатель определяется разностью величин между показателями рождаемости и смертности. Одним из показателей естественного прироста населения является коэффициент естественного прироста (КЕП) населения и рассчитывается как разность коэффициентов рождаемости и смертности:

$$\text{КЕП} = (\text{число родившихся} - \text{число умерших}) \div (\text{среднегодовая численность населения}) \times 1000.$$

В табл. 3 представлены показатели ежегодного естественного прироста с 1970 по 2000 годы. Анализ данных отражает положительный уровень естественного прироста с 1970 до 1990 года, после чего регистрируется отрицательная динамика с ростом отрицательных показателей.

Таблица 3

Динамика показателя естественного прироста (убыли) населения России с 1970 по 2000 гг., (%)

Годы												
1970	1980	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Показатель (%)												
+8,6	+4,9	+2,2	+0,7	-1,3	-5,1	-6,1	-5,7	-5,3	-5,2	-4,8	-6,4	-6,7

Средняя продолжительность предстоящей жизни является одним из показателей, используемых для оценки общественного здоровья. Этот показатель является показателем средней продолжительности предстоящей жизни, служащий более объективным показателем, чем показатели общей смертности и естественного прироста населения.

Таблица 4

Динамика ожидаемой продолжительности жизни при рождении в России (число лет)

Годы	Всего	Мужчины	Женщины
1980	67,6	61,5	73,1
1990	69,2	63,8	74,3
1995	64,6	57,6	71,2
2000	65,3	59,0	72,2

В представленной табл. 4 освещены прогностические расчёты ожидаемой продолжительности жизни населения России. Анализ данных за исследуемый промежуток времени демонстрирует более длительный период жизни у женщин, чем у мужчин.



2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

2.1. Медицина и здоровье

Решение проблем по снижению и исключению заболеваемости среди населения невозможно без включения медицинской деятельности.

Еще великий Гете сказал, что “медицина – это божественный вид искусства, цель которого - священный человеческий образ. Она должна заботиться о том, чтобы чудная соразмерность его форм, где-либо расстроенная или нарушенная, снова была бы восстановлена”.

Сегодня такое «восстановление» (лечение и реабилитация), а тем более определение мест «расстройств» и «нарушений» (диагностика) не мыслится без использования современной наукоемкой биомедицинской техники и медицинских технологий, разработка и обслуживание которых невозможна без специалистов, работающих на стыке медицины, биологии, экологии и технологических процессов. Это обусловлено значительным увеличением числа задач, при решении которых эффективно используются технические средства. При этом с одной стороны расширяются исследования биологических объектов разных видов (соответственно, с созданием систем, аппаратов и приборов для этих целей), а с другой – для практического здравоохранения разрабатываются новые технические методы диагностики и лечения, профилактики и реабилитации.

Одним из важнейших методологических подходов при изучении здоровья населения для профилактики возникновения заболеваний является периодическое проведение профилактических медицинских осмотров. Классификация их по видам и контингенту осматриваемых лиц представлена на рис. 2.



Рис. 2. Виды подразделений медицинских осмотров



Изучение и обследование организма человека, тем более с включением инновационных технологий, требует многогранных глубоких познаний, в частности, по статистической обработке материалов.

2.2. Основные изучаемые виды заболеваемости

Заболеваемость населения является одним из основных показателей, характеризующих состояние здоровья населения. По другой характеристике, заболеваемость – это показатель распространения болезней, выявленных и зарегистрированных за определенный промежуток времени (обычно за год) среди всего населения или отдельных его групп, который исчисляется на определенное число населения.

Основными изучаемыми видами заболевания являются:

- общая заболеваемость;
- инфекционная заболеваемость:
- заболеваемость важнейшими неинфекционными болезнями (сердца и сосудов, злокачественными новообразованиями и т. д.);
- госпитализированная заболеваемость;
- заболеваемость с временной и стойкой утратой трудоспособности (с выходом на инвалидность).

Более углубленный анализ заболеваемости возможен при автоматизированной обработке "Талона амбулаторного пациента" (форма 025-6/у-89). При использовании данной учетной формы можно получить следующие показатели: подгрупповые показатели заболеваемости (по полу, возрастным группам, наличию инвалидности, группам диспансерного наблюдения и другим признакам), распределение заболеваний по их виду (острое, впервые в жизни зарегистрированное хроническое, известное ранее хроническое, обострение хронического) и по территориальной принадлежности пациента (участковая служба).

Расчет показателей заболеваемости всегда проводится на среднюю численность населения. Например, при расчете заболеваемости за год берется сумма населения на 1 января за два смежных года и делится на 2. Показатели общей заболеваемости обычно исчисляются на 1000 человек населения. Показатели заболеваемости инфекционной, онкологической, психическими и наркологическими расстройствами, кожными и венерическими болезнями вычисляются на 100 000 человек населения вследствие малых абсолютных значений.



3. ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

3.1. Расчёт относительных величин по временной нетрудоспособности (ВН) на 100 работающих, структуры заболеваемости и средней длительности одного случая (ВН)

Заболеваемость может быть с утратой и без утраты трудоспособности. Невыход на работу по болезни обуславливает временную нетрудоспособность (ВН) или заболеваемость с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ). При сравнительном анализе показателей заболеваемости с ВУТ по предприятиям (цехам, производственным участкам) необходимо помнить, что вычисления должны проводиться на однородных совокупностях работающих. При существенных различиях в возрастном, половом, стажевом и профессиональном составе работающих необходимо проведение стандартизации показателей заболеваемости.

Обязательным элементом анализа заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) является динамическое сравнение по годам и полугодиям.

Анализ ЗВУТ ведётся по статистической форме 16-ВН.

Этот учет осуществляется по листкам нетрудоспособности. Однако в амбулаторно-поликлинических учреждениях, использующих систему учета по законченному случаю поликлинического обслуживания, сбор и формирование статистической информации о временной нетрудоспособности осуществляется посредством «Талона амбулаторного пациента».

Работающим может быть выдан больничный лист в ЛПУ как по месту работы, так и в диспансерах, больницах и т.д.

В ЛПУ существует 2 системы учета: сигнальная система и система последующего учета.

При сигнальной системе, где бы ни был выдан больничный лист работающему, лечащий врач обязан сразу сообщить об этом на место работы. Это можно сделать по телефону либо посредством посылочной карты.

Наиболее широко используется система последующего учета, при которой листок нетрудоспособности по окончании заболеваемости сдается администрации предприятия, а затем этот документ переходит в ведение профсоюзных органов для составления отчета (по ф.16-ВН).

Этот отчет предназначен для оперативных целей учета и анализа временной нетрудоспособности работающих. Для анализа заболеваемости с временной утратой трудоспособности принято рассчитывать следующие показатели:

1. Число случаев временной утраты трудоспособности на 1000 лиц трудоспособного возраста в год (показатель частоты, интенсивности заболеваемости):



Число случаев временной утраты трудоспособности по первичным больничным листам \div средняя численность работающих \times 1000.

2. Число дней временной утраты трудоспособности на 1000 лиц трудоспособного возраста в год (показатель тяжести заболеваний):

Число дней временной утраты трудоспособности по первичным больничным листам и их продолжениям \div средняя численность работающих \times 1000.

3. Средняя продолжительность одного случая нетрудоспособности:

Число дней временной утраты трудоспособности \div число случаев временной утраты трудоспособности \times 1000.

Число случаев нетрудоспособности на 1000 работающих (показатель частоты) указывает на уровень заболеваемости работающих. Число дней нетрудоспособности на 1000 работающих зависит от многих факторов, влияющих на длительность нетрудоспособности, и характеризует в основном тяжесть заболевания. Средняя длительность случая нетрудоспособности также отражает тяжесть заболевания и зависит от уровня экспертной оценки трудоспособности.

Форма 16ВН позволяет вычислять и сравнивать вышеперечисленные показатели по видам промышленности, предприятиям одной отрасли, по цехам предприятия и его участкам.

Провести более углубленный анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) позволяет автоматизированная обработка листков нетрудоспособности (в разрезе отдельных предприятий, цехов и производственных участков). Возможна также обработка статистических данных благодаря "Талону амбулаторного пациента" ф. 025-6/у-89 (в разрезе отдельных территорий, участков обслуживания, по каждому врачу, ведущему амбулаторный прием). При этом можно получить показатель средней численности рабочих за месяц, определяемый как полу-сумма рабочих на начало и конец месяца. Этот же показатель за год исчисляется путём суммирования численности рабочих на начало каждого месяца (включая январь следующего года) и делением этой суммы на 13.

Показатели временной нетрудоспособности (ВН) или заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) следует рассчитывать на 100 работающих лиц. Заболеваемость со стойкой нетрудоспособностью (выход на инвалидность) - на 10 000 человек рабочих и служащих.

По строкам 21 и 22 (формы 16 ВН) показатели рассчитываются на 100 работающих *женщин*, т.к. они отражают гинекологическую патологию, а также невыход на работу в связи с дородовым и послеродовым отпусками. На основании отчета по форме 16-ВН можно вычислить и показатели случаев и дней нетрудоспособности на 100 работающих вследствие ухода за больными.



Аналогично проводится расчет показателя структуры заболеваемости как по случаям, так и в днях нетрудоспособности. При этом сумма всех видов болезни берётся за 100% как в случаях, так и в днях ВН.

Как мы отмечали, в медико-биологической практике расчет относительных величин выполняется на 100, 1000, 10000 населения.

Задача 2.1

Определить относительные показатели случаев и дней ВН на 100 работающих лиц с нахождением дней по среднему пребыванию по больничному листу ($X_{ср.}$), если на предприятии их работало (n) 4000 человек. За 2008 год среди работающих зарегистрировано 250 случаев заболеваний (A), давших 2 820 дней (D) временной нетрудоспособности (ВН).

Решение:

1. Определяем число случаев ВН на 100 работающих (A_{100}), согласно представленным листкам нетрудоспособности. Это рассчитываем по формуле $A_{100} = (A \times 100) : n = (250 \times 100) : 4000 = 6,3$.

2. Определяем число дней ВН, у болевших женщин $D_{100} = (D \times 100) : n = (2820 \times 100) : 4000 = 70,5$

3. Среднее пребывание по больничному листу ($X_{ср.}$), рассчитывается только в абсолютных величинах путем деления числа дней ВН на показатель случаев. И тогда $X_{ср.} = D : A$, т.е. $X_{ср.} = 2820 : 250 = 11,3$.

Задача 2.2

Определить относительные показатели случаев и дней ВН на 100 работающих женщин с нахождением дней по среднему пребыванию по больничному листу ($X_{ср.}$), если на предприятии их работало (n) 240. За 2008 год здесь зарегистрировано 15 случаев заболеваний (A), давших 268 дней (D) временной нетрудоспособности (ВН).

Решение:

1. Определяем число случаев ВН на 100 работающих (A_{100}) женщин согласно представленным листкам нетрудоспособности. Это рассчитываем по формуле $A_{100} = (A \times 100) : n = (15 \times 100) : 240 = 6,3$.

2. Определяем число дней ВН, у болевших женщин $D_{100} = (D \times 100) : n = (268 \times 100) : 240 = 111,6$.

3. Среднее пребывание по больничному листу ($X_{ср.}$), рассчитывается только в абсолютных величинах путем деления числа дней ВН на показатель случаев. И тогда $X_{ср.} = D : A$, т.е. $X_{ср.} = 268 : 15 = 17,8$.

3.2. Расчет средней арифметической и среднего квадратического отклонения

Характеристика каждого вариационного ряда может быть дана при помощи двух величин – средней арифметической и среднего квадратического отклонения.

а) средняя арифметическая *простая*, где $A_i = A_1 + A_2 + \dots + A_n$.



Например: 6 чел. с одним и тем же заболеванием болели соответственно 10, 12, 18, 20, 22, 26 дней. Необходимо определить среднее число дней болезни;

б) средняя арифметическая **взвешенная** рассчитывается, если мы имеем дело с большим числом единиц наблюдения и каждый признак может встречаться по несколько раз, где p - частота признаков.

Пример расчёта средней взвешенной арифметической

дни	10	11	12	13	14	18	21	23	25	итого
p	2	6	8	12	17	14	6	4	1	70

Второй величиной, характеризующей вариационный ряд, является среднее **квадратическое отклонение, обозначаемое σ** (*греческая малая сигма*).

Например, необходимо узнать среднее число дней пребывания больных в стационаре. Для этого используем данные распределения больных дуоденитом по срокам пребывания в стационаре (табл. 5).

Средняя арифметическая характеризует одной величиной весь вариационный ряд. Однако чем больше варьируют индивидуальные значения варианта, тем менее точно характеризуется вариационный ряд средней арифметической. Ряд с большей амплитудой имеет большее среднее квадратическое отклонение.

Таблица 5

Вычисление среднего квадратического отклонения (по данным больных дуоденитом в стационаре)

Число дней (v)	Число больных (p)	Отклонение варианта от средней $d = v - \bar{x}_{cp}$	Квадраты отклонений d^2	$p \cdot d^2$
10	2	$10 - 15,3 = -5,3$	28,09	56,18
11	6	$11 - 15,3 = -4,3$	18,49	110,94
12	8	$12 - 15,3 = -3,3$	10,8	87,12
13	12	$13 - 15,3 = -2,3$	5,29	63,4
14	17	$14 - 15,3 = -1,3$	1,69	28,73
18	14	$18 - 15,3 = +2,7$	7,29	102,06
21	6	$21 - 15,3 = +5,7$	32,49	194,94
23	4	$23 - 15,3 = +7,7$	59,29	237,16
25	1	$25 - 15,3 = +9,7$	94,09	94,09
Итого:	$n=70$	-	-	974,7

Среднее квадратическое отклонение можно также определить по **размаху (амплитуде)**:

1. Определяются наибольшая и наименьшая варианты по ряду распределения.



2. По таблице С. Е. Ермолаева определяется значение коэффициента К, который берется в зависимости от числа наблюдений (табл. 6).

3. Определяется величина среднего квадратического отклонения по формуле

$$\sigma = \frac{v_{max} - v_{min}}{K} .$$

Таблица 6

Определение коэффициента К по С. Е. Ермолаеву

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	1,00	1,13	1,69	2,06	2,33	2,53	2,70	2,85	2,97
10	3,08	3,17	3,26	3,34	3,41	3,47	3,53	3,5	3,64	3,69
20	3,73	3,78	3,82	3,86	3,90	3,93	3,96	4,00	4,03	4,06
30	4,09	4,11	4,14	4,16	4,19	4,21	4,24	4,26	4,28	4,30
40	4,32	4,34	4,36	4,38	4,40	4,42	4,43	4,45	4,47	4,48
50	4,50	4,51	4,53	4,54	4,56	4,57	4,59	4,60	4,61	4,63
60	4,64	4,65	4,66	4,68	4,69	4,70	4,71	4,72	4,73	4,74
70	4,75	4,77	4,78	4,79	4,80	4,81	4,82	4,83	4,83	4,84
80	4,85	4,86	4,87	4,88	4,89	4,90	4,91	4,91	4,92	4,93
90	4,94	4,95	4,96	4,96	4,97	4,98	4,99	4,99	5,00	5,01
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
К	5,02	5,49	5,76	5,94	6,07	6,18	6,28	6,35	6,42	6,48

Среднюю величину можно считать типичной для своего ряда в том случае, если в пределах $\pm 81,4$ содержится не менее 68 % всех наблюдений, в пределах $\pm 26 - 95$ % всех частот, а весь ряд, т. е. 99.9 %, укладывается в ± 36 .

3.3. Оценка величины ошибки

Чтобы определить степень точности выборочного наблюдения, необходимо **оценить величину ошибки**, которая может случайно произойти в процессе выборки. Такие ошибки носят название случайных ошибок репрезентативности (т) и возникают потому, что при выборочном наблюдении изучается только часть генеральной совокупности, которая недостаточно точно представляет генеральную совокупность.

Расчет средней ошибки для интенсивных показателей проводится по формуле

$$m = \pm \frac{p \cdot q}{n}$$
, где p – величина интенсивного показателя (заболеваемости, смертности и др.), рассчитанная на 100, 1000, 10000 лиц; q=100-p или q=10000-p и т. д. в зависимости от величины выбранного основания при расчете интенсивного показателя; n – численность населения (работаю-



щих, осмотренных), которая использовалась при расчете интенсивного показателя.

Для вычисления средней ошибки для средней величины используется другая формула:

$$m = \frac{\delta}{n},$$

где m – средняя ошибка средней величины; δ – среднее квадратическое отклонение; n – число наблюдений.

Для того чтобы сделать правильные выводы, необходимо провести сравнение в статистических группах. Одним из методов сравнения в статистических группах является метод оценки достоверности различий обобщающих коэффициентов.

3.4. Метод оценки достоверности различий обобщающих коэффициентов

Одним из методов сравнения является метод *оценки достоверности* различий обобщающих коэффициентов.

I этап – определение показателей заболеваемости по возрастным группам (табл. 7).

Таблица 7

Расчеты заболеваемости по возрастным группам

Возрастные группы (число лет)	Участок №1			Участок №2		
	численность населения	число случаев заболеваний (абс.)	относительн. показатели на 100 чел. населения	численность населения	число случаев заболеваний (абс.)	относительн. показатели на 100 чел. населения
до 20	120	80	67	200	140	70
20-39	380	400	105,3	500	575	115
40-59	400	680	170	80	132	165
60 и ст.	100	185	185	20	34	170
всего	1000	1344	134,5	800	881	110,1

II этап – исчисление стандарта. За стандарт принят средний возрастной состав населения на обоих участках (табл. 8).



Таблица 8

Расчеты по возрастному составу населения

Возрастные группы	Население		Население в стандарте	Стандартный средний возрастной состав населения, %
	Участок №1	Участок №2		
до 20	120	200	320	18
20-39	380	500	880	49
40-59	400	80	480	26
60 и ст.	100	2	120	7
Всего	1000	800	1800	100

III этап – вычисление числа заболеваний по стандарту (табл. 9).

Таблица 9

Вычисление числа заболеваний по стандарту

Возрастные группы	Заболеваемость на 100 чел. населения		Стандарт средний возрастной состав населения, %	Заболеваемость при стандартизации	
	Участок №1	Участок №2		Участок №1	Участок №2
до 20	67	71	18	12,1	11,6
20-39	105,3	115	49	51,6	56,3
40-59	170	16	26	44,2	42,9
60 и ст.	185	170	7	12,9	11,9
Всего	134,5	110,1	100	120,8	123,7

Если на участке №1 заболеваемость населения до 20 лет составляла 67,0 на 100 чел., то число заболеваний при стандартном количестве населения этого возраста (18) составляет $67,0 * 18/100 = 12,1$ и т. д. по каждому возрасту. Сложив количество заболеваний в последних 2 колонках, получаем стандартизованные показатели заболеваемости на участке № 1 – 120,8; на участке № 2 – 123,7. Таким образом, если бы возрастной состав населения на этих участках был одинаков, то на участке № 2 заболеваемость была бы выше, чем на участке № 1.

3.5. Виды динамических рядов

Динамические ряды – совокупность однородных статистических величин, показывающих изменение какого-либо явления на протяжении определенного промежутка времени. Различают два основных вида динамических рядов: моментные, т. е. состоящие из величин, характеризующих размеры явления в определенные моменты (табл. 10), и интервальные, состоящие из чисел, характеризующих величину явления за определенный интервал времени (месяц, год и т. д.) (табл. 11).



Таблица 10

Численность населения Мурманской области в 1980-1990 гг.

Год	1980	1982	1984	1986	1988	1990
Численность населения на 1 января (тыс.)	987,4	1024,9	1064	1100,5	1133,9	1155,1

Таблица 11

Младенческая смертность в Мурманской области за 1988-1992 гг.

Год	1988	1989	1990	1991	1992
младенческая смертность	15,9	14,9	16,1	14,7	16,4

Основными характеристиками динамических рядов являются прирост, темп прироста и темп роста.

3.6. Вычисление коэффициента корреляции

В ряде случаев при проведении статистических исследований требуется установить связь между двумя признаками. Одним из способов измерения связи является вычисление коэффициента корреляции. При положительной (прямой) связи, когда изменение одного какого-либо явления идет в том же направлении, что и другого (например, рост заболеваемости и рост смертности от этих заболеваний), коэффициент корреляции может принимать любое значение в пределах от 0 до +1. В случае отрицательной (обратной) связи, когда изменение одного из изучаемых явлений сопровождается изменением другого в обратном направлении (например, снижение заболеваемости полиомиелитом по мере увеличения числа прививок против этой болезни), коэффициент корреляции выражается отрицательным числом и находится в пределах от 0 до (-1). Чем ближе коэффициент к 1 или (-1), тем теснее измеряемая связь между явлениями. Если коэффициент корреляции равен 0, то связь полностью отсутствует. Оценка размеров корреляции может производиться по следующей таблице (табл. 12).

Таблица 12

Схема оценки коэффициента корреляции

Оценка корреляции	Величина коэффициента корреляции при наличии	
	прямой связи	обратной связи
Малая (слабая)	0 - 0,29	0 - (-0,29)
Средняя (умеренная)	0,3 - 0,069	(-0,3) - (-0,69)



Большая (сильная)	0,7 - 1,0	(-0,7) – (-1,0)
-------------------	-----------	-----------------

Коэффициент корреляции вычисляется по формуле

$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\sigma_x\sigma_y},$$

где r_{xy} – коэффициент корреляции, x и y – коррелируемые ряды, σ_x и σ_y – отклонения каждого из чисел этих рядов от их средних величин. Число парных членов в коррелируемых рядах обозначается буквой n .

Методика проведения расчетов коэффициента корреляции очень проста. Суммируя ряды x и y , получаем $\sum x = 118,6$ и $\sum y = 179,3$. Вычисляем средние арифметические этих рядов: $\bar{x} = \frac{118,6}{13} = 9,1$ и $\bar{y} = \frac{179,3}{13} = 13,8$. Числа σ_x и σ_y представляют собой разность между соответствующими значениями x и y и средними арифметическими этих рядов. Так, для ряда x : $\sigma x_1 = x_1 - \bar{x} = 7,7 - 9,1 = -1,4$ и т. д. Возводя поочередно числа рядов σ_x и σ_y в квадрат, получаем ряды σx^2 и σy^2 ; перемножая попарно числа рядов σx^2 и σy^2 между собой, получаем значения $\sigma x \sigma y$. Подсчитываем сумму этих рядов и подставляем в формулу. После этого оцениваем корреляцию по схеме, приведенной в табл. 13. В данном примере имеется прямая корреляционная связь между уровнями рождаемости и перинатальной смертности, равная 0,55, т. е. умеренной (средней) силы.

Таблица 13

Корреляция между уровнями рождаемости и перинатальной смертности в 1992 году в Мурманской области (отн. вел.)

Город, район	Рождаемость (x)	Перинатальная смертность (y)	σ_x	σ_y	σx^2	σy^2	$\sigma_x \sigma_y$
Мурманск	7,7	16,4	-1,4	2,6	2	6,8	-3,7
Апатиты	8,9	7,7	-0,2	-6,1	0	37,1	1,4
Кандалакша	8,6	8,8	-0,5	-5	0,3	24,9	2,6
Кировск	9,6	14,2	5	0,4	0,2	2	0,2
Мончегорск	8,3	15	-0,8	1,2	7	1,5	-1
Оленегорск	8,1	18,1	-1	4,3	1	18,6	-4,4
Полярный	8,1	0	-1	-13,8	1	190,2	14,1
Североморск	9,1	4,2	0	-9,6	0	92	0,2
Ковдорский	9,5	11,7	4	-2,1	0,1	4,4	-0,8
Кольский	8,9	15,2	-2	1,4	0	2	-0,3
Ловозерский	11,5	51,7	2,4	37,9	5,6	1473	90,1
Печенегский	9,5	6,3	4	-7,5	1	56,1	-2,8
Терский	10,8	10	1,7	-3,8	2,8	14,4	-6,4
	118,6	179,3	0	0	14,1	1885,1	89,2



4. МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАСЧЕТУ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

4.1. Показатели физического развития и физиологические у населения как основные критерии его здоровья

В настоящее время физическое развитие рассматривается как один из основных показателей состояния здоровья отдельного человека и населения в целом. Под физическим развитием понимают комплекс морфологических и функциональных свойств организма, характеризующих массу, плотность, форму тела и др. Физическое развитие характеризуют следующие параметры: антропометрические (масса тела, длина тела и др.); физиометрические (частота пульса, дыхания, жизненная емкость легких, показатели АД); соматоскопические (телосложение, тургор, форма ног, грудной клетки и др.).

В последнее время сложилось убеждение, что условием нормального физического развития является не выраженность отдельных антропометрических признаков, а их взаимовыраженность, сочетаемость, определяющие понятие пропорциональности и гармоничности развития.

И в биологии, и в медицине в большой степени и в первую очередь применяется математическая статистика. Применяются также и теория множеств и моделирование процессов – все это опять та же высшая математика на практике. Конечно, в научных исследованиях математика применяется в больших объемах, чем в прикладных специальностях. Кроме того, есть высокотехнологизированные, автоматизированные отрасли и в биологии, и в медицине, где без дружбы с математикой не обойтись – такой специалист просто не в состоянии будет ни обслуживать сложную аппаратуру, ни считывать и обрабатывать ее показания.

Многие задачи медицины могут быть решены с помощью статистики. Прежде всего в медицине статистика используется в задачах, связанных с выборочными обследованиями, с проверкой эффективности различных доз разных лекарств, диагностикой заболеваний на основании проводимых медицинских анализов, выявлением сезонных факторов и скрытых периодичностей (например, определение того, как рождаемость зависит от месяца или дня недели), оценкой интенсивности вызовов скорой помощи в зависимости от времени суток, прогнозированием выздоровления больных, оценкой зависимостей между различными переменными, например, как состояние зубов детей связано со способом кормления (кормление грудью или искусственное кормление), и т.д.



4.2. Основные формулы расчета результатов исследования

- I. Антропометрические показатели: масса тела, длина тела, окружность грудной клетки, окружность головы, станова́я сила.
- II. Первичные измерения: возраст, масса и длина тела, ЖЕЛ (жизненная ёмкость легких), время задержки дыхания на вдохе и на выдохе, частота пульса или частота сердечных сокращений (ЧСС), величина артериального давления крови АД (систолического – САД и диастолического ДАД).
- III. Расчетные (производные показатели):
1. Пульсовое давление: $ПД = САД - ДАД$
 2. Двойное произведение: $ДП = САД \times ЧСС$
 3. Среднединамическое давление: $СДД = ДАД + 0,33 \times ПД$
 4. Вегетативный индекс Кердо: $ВИК = 1 - (ДАД \div ЧСС) \times 100$ (в %).
 5. Коэффициент интенсивности кровообращения
 $КИК = (ЧСС \times ПД) \div 100$.
 6. Кардио-респираторный индекс (по Самко):
 $КРИ = (ЖЕЛ \div 100 + МДВ + МЗД + \text{возраст}) \div (САД + ДАД + ЧСС)$, где ЖЕЛ (мл) - жизненная ёмкость легких, МДВ (мм рт.ст.) – максимальное давление выдоха, МЗД (сек) – максимальная задержка дыхания на вздохе.
 7. Индекс функциональных изменений (по Баевскому):
 $ИФИ = 0,011 \times ЧСС + 0,014 \times САД + 0,008 \times ДАД + 0,014 \times \text{возраст} + 0,009 \times \text{вес} - 0,009 \times \text{рост} - 0,27$.
 8. Физиологическое состояние (по методике ВНИИ физкультуры):
 $ФС = (700 - 3 \times ЧСС - 2,5 \times СДД - 2,7 \times \text{возраст} + 0,2 \times \text{вес}) \div (350 - 2,6 \times \text{возраст} + 0,21 \times \text{рост})$.
 9. Весоростовой индекс: $ВРИ = \text{вес} \div \text{рост}$.
 10. Жизненный индекс: $ЖИ = ЖЕЛ(\text{мл}) \div \text{вес}(\text{кг})$.
 11. Ударный объем сердца:
 $УО (\text{мл}) = 100 + 0,5 \times ПД - 0,6 \times ДАД - 0,6 \times \text{возраст} (\text{лет})$.
 12. Минутный объем кровообращения: $МОК = ЧСС + УО$.
 13. Периферическое сопротивление сосудов
 $ПСС = (СДД \times 1333 \times 60) \div МОК$
 14. Основной обмен (по Риду): $ОО = 0,75 \times (ЧСС + 0,74 \times ПД) - 72$ (в%).



15. Динамометрический индекс (ДИ)

$$\text{ДИ} = \text{сила кисти (кг)} \div \text{вес (кг)} \times 100 \%$$

4.3. Карта самообследования студента

С целью выявления индивидуальных особенностей человека, его физических и физиологических показателей разработана «Карта самообследования студента». На практических занятиях студенты производят замеры показателей физиологические и физического развития, заносят данные в индивидуальную карту с последующим слежением в динамике полученных результатов. Пример заполнения «Карты» представлен в табл. 14.

Таблица 14

Наименование параметра	Ориентировочные данные	Ваши показатели	Формулы, по которым делается расчет
Фамилия, имя, отчество	Иванов Петр Андреевич		
Основное место жительства	ЯНАО		
Место учебы, группа	АВТ – 00		
<i>Антропометрические показатели</i>			
Мааса тела (кг)	50		
Длина тела (см)	160		
Окружность грудной клетки (см)	96		
Окружность грудной клетки на вдохе (см)	99		
Окружность грудной клетки на выдохе (см)	92		
<i>Первичные измерения</i>			
Возраст (число лет)	20		
ЖЕЛ (мл)	3200		
Максимальная задержка дыхания на вдохе МЗД (сек)	65		
Максимальная задержка дыхания на выдохе МДВ (сек)	45		
Частота пульса в минуту ЧСС	60		
Число дыхательных движений в минуту ЧДД	15		
Артериальное давление АД (мм рт. Ст.)	120/80		



Наименование параметра	Ориентировочные данные	Ваши показатели	Формулы, по которым делается расчет
САД (мм рт. Ст.)	120		
ДАД (мм рт. Ст.)	80		
Расчетные показатели			
Весоростовой индекс ВРИ (г/см)	3125		$ВРИ = \text{вес} \div \text{рост}$
Экспурия легких (см)	4		Разница между показателями окружности груди на вдохе и на выдохе
Жизненный индекс ЖИ (мл/кг)	64		$ЖИ = \text{ЖЕЛ(мл)} \div \text{вес(кг)}$
Пульсовое давление ПД (мм рт. Ст.)	40		$ПД = САД - ДАД$
Двойное произведение ДП (у.е.)	7200		$ДП = САД \times ЧСС$
Среднединамическое давление СДД (мм рт. ст.)	93,2		$СДД = ДАД + 0,33 \times ПД$
Коэффициент интенсивности кровообращения - КИК	24		$КИК = (ЧСС \times ПД) \div 100$
Кардио - респираторный индекс (по Самко) - КРИ	0,6		$КРИ = (\text{ЖЕЛ} \div 100 + \text{МДВ} + \text{МЗД} + \text{возраст}) \div (САД + ДАД + ЧСС)$
Ударный объем сердца УО (мл)	60		$УО = 100 + 0,5 \times ПД - 0,6 \times ДАД - 0,6 \times \text{возраст (лет)}$
Минутный объем кровообращения МОК (мл)	3600		$МОК = ЧСС + УО$
Периферическое сопротивление сосудов ПСС (у.е.)	2070,6		$ПСС = (СДД \times 1333 \times 60) \div МОК$
Вегетативный индекс Кердо ВИК (%)	-0,3		$ВИК = (1 - ДАД \div ЧСС) \times 100$
Индекс функциональных изменений (по Баевскому) ИФИ (у.е.)	-10,96		$ИФИ = 0,011 \times ЧСС + 0,014 \times САД + 0,008 \times ДАД + 0,014 \times \text{возраст} + 0,009 \times \text{вес} - 0,009 \times \text{рост} - 0,27$
Физиологическое состояние ФС (у.е.)	1,8		$ФС = (700 - 3 \times ЧСС - 2,5 \times СДД - 2,7 \times \text{возраст} + 0,2 \times \text{вес}) \div (350 - 2,6 \times \text{возраст} + 0,21 \times \text{рост})$



Наименование параметра	Ориентировочные данные	Ваши показатели	Формулы, по которым делается расчет
Основной обмен (по Риду) ОО (%)	-4,8		$ОО = 0,75 \times (ЧСС + 0,74 \times ПД) - 72$ (в %)
Динамометрический индекс (ДИ)	60		$ДИ = \text{сила кисти (кг)} \div \text{вес (кг)} \times 100 \%$

4.4. Примеры расчета физиологических данных

Задача 4.1

Определить весо-ростовой индекс (ВРИ), если вес = 62 кг, рост = 159 см.

Решение: ВРИ = вес в граммах \div рост в сантиметрах.

$$\text{ВРИ} = 62000 \text{ г.} \div 159 \text{ см} = 389,9 \text{ г/см.}$$

Ответ: ВРИ = 389,9 г/см.

Задача 4.2

Определить экскурсию легких, если окружность грудной клетки на вдохе = 80 см и показатель окружности грудной клетки на выдохе = 75 см.

Решение: окружность грудной клетки на вдохе (80 см) - окружность грудной клетки на выдохе (75 см) = 5 см.

Ответ: Экскурсия грудной клетки = 5 см.

Задача 4.3

Определить жизненный индекс (ЖИ), если жизненная ёмкость легких (ЖЕЛ) = 3200 мл, а вес = 62 (кг)

Решение: ЖИ = ЖЕЛ (мл) \div вес (кг).

$$\text{ЖИ} = 3200 \text{ мл} / 62 \text{ кг} = 51,6 \text{ мл/кг}$$

Ответ: ЖИ = 56,1 мл/кг.

Задача 4.4

Определить пульсовое давление (ПД), если систолическое давление (САД) = 120 мм рт.ст., диастолическое давление (ДАД) = 80 мм рт.ст.

Решение: ПД = САД – ДАД,

$$\text{ПД} = 120 \text{ мм рт. ст.} - 80 \text{ мм рт.ст.} = 40 \text{ мм рт.ст.}$$

Ответ: ПД = 40 мм рт.ст.

Задача 4.5

Определить функциональные способности сердечно-сосудистой системы по показателю двойного произведения (ДП), если число сердечных сокращений (ЧСС) = 68 уд. в 1 мин., систолическое артериальное давление (САД) = 120 мм рт.ст.



Решение: ДП (%) = (САД × ЧСС) ÷ 100 %.

ДП = 120 мм рт.ст. × 68 уд./мин. ÷ 100 % = 81,8 %.

Ответ: ДП = 81,8 %.

Дополнительная информация о работе сердечно-сосудистой системы.

Сердечно-сосудистая система (ССС) обеспечивает транспорт к тканям кислорода и питательных веществ, удаление углекислого газа и других продуктов обмена, осуществление иммунологической защиты и гуморальной регуляции физиологических функций. У человека и других млекопитающих она представляет собой замкнутую сеть сосудов, через которую проходит ток крови, обеспечиваемый сокращением сердца. Система кровообращения специально приспособлена к эффективному газообмену в воздушной среде, что обеспечивается разделением сосудистого русла на два изолированных круга кровообращения – большой и малый, при этом малый обеспечивает газообмен между кровью и окружающей средой, большой – между кровью и клетками тела.

Для характеристики работы сердечно-сосудистой системы (ССС) чаще всего используют показатели ЧСС и АД. У новорожденных ЧСС значительно выше, чем у взрослых. В первые месяцы жизни она составляет 130 – 140 уд/мин. У дошкольников нормальная величина пульса – 95, у младших школьников – 85 – 90 уд./мин. К подростковому периоду показатель снижается до 80, а у взрослых – до 68-72 уд./мин. У мужчин частота пульса несколько ниже, чем у женщин.

При каждом ударе сердца порция крови выталкивается в кровеносное русло. Сокращение желудочков создает давление, которое волнообразно распространяется по крупным сосудам, постепенно угасая на уровне артериол и капилляров. Эта разница давлений является силой, которая заставляет кровь продвигаться от сердца по сосудам. В стенках артерий и капилляров имеются гладкие мышцы, которые управляют тонусом сосудов. Чем выше тонус, тем выше артериальное давление крови. АД необходимо для того, чтобы кровь доставлялась к головному мозгу, расположенному у человека намного выше уровня сердца. У взрослого это расстояние больше, чем у ребенка, поэтому и артериальное давление у взрослого выше. Физиологическая причина, по которой АД должно быть достаточно высоким, – конструкция почек. Для того чтобы в почке происходила фильтрация первичной мочи, кровь должна входить в почку под большим давлением. Превышение нормы АД возможно у людей, страдающих нарушениями работы почек или тонуса сосудов головного мозга.



Задача 4.6

Определить функциональные способности сердечно-сосудистой системы по показателю среднединамического давления (СДД), если диастолическое артериальное давление крови (ДАД) = 80 мм рт.ст. и пульсовое давление крови (ПД) = 40 мм рт.ст.

Решение: $\text{СДД} = \text{ДАД} + 0,33 \times \text{ПД}$.

$$\text{СДД} = 80 \text{ мм рт.ст.} + 0,33 \times 40 \text{ мм рт.ст.} = 93,2 \text{ мм рт.ст.}$$

Ответ: СДД = 93,2 мм рт.ст.

Задача 4.7

Определить коэффициент интенсивности давления (КИК), если число сердечных сокращений (ЧСС) = 68 уд./мин., пульсовое давление (ПД) = 40 мм рт.ст.

Решение: $\text{КИК} = \text{ЧСС} \times \text{ПД} \div 100 \%$,

$$\text{КИК} = 68 \text{ уд. в 1 мин.} \times 40 \text{ мм рт.ст.} \div 100 \% = 27,2 \%$$

Ответ: КИК = 27,2 %.

Задача 4.8

Определить кардио-респиративный индекс (по Самко) (КРИ), если жизненная ёмкость легких (ЖЕЛ) = 3200 мл, максимальная задержка дыхания на вдохе (МДЗ) = 65 сек, максимальная задержка дыхания на выдохе (МДВ) = 45 сек., возраст = 20 лет, систолическое артериальное давление (САД) = 120 мм рт.ст., диастолическое давление (ДАД) = 80 мм рт.ст. и число сердечных сокращений (ЧСС) = 68 уд./мин.

Решение: $\text{КРИ} = (\text{ЖЕЛ} \div 100 + \text{МДВ} + \text{МЗД} + \text{возраст}) \div (\text{САД} + \text{ДАД} + \text{ЧСС})$,

$$\text{КРИ} = (3200 \text{ мл} \div 100 + 65 \text{ сек} + 45 \text{ сек} + 20 \text{ лет}) \div (120 \text{ мм рт.ст.} + 80 \text{ мм рт.ст.} + 68 \text{ уд. в 1 мин.}) = 0,12$$

Ответ: КРИ = 0,12.

Задача 4.9

Определить ударный объем сердца УО (мл), если пульсовое давление (ПД) = 40 мм рт.ст., диастолическое давление (ДАД) = 80 мм рт.ст. и возраст – 20 лет.

Решение: $\text{УО} = 100 + 0,5 \times \text{ПД} - 0,6 \times \text{ДАД} - 0,6 \times \text{возраст (лет)}$,

$$\text{УО} = 100 + 0,5 \times 40 \text{ мм рт.ст.} - 0,6 \times 80 \text{ мм рт.ст.} - 0,6 \times 20 \text{ (лет)} = 60 \text{ мл.}$$

Ответ: УО = 60 мл.

Задача 4.10

Определить минутный объем кровообращения МОК (мл), если число сердечных сокращений (ЧСС) = 68 уд./мин. и ударный объем сердца (УО) = 60 мл.

Решение: $\text{МОК} = \text{ЧСС} \times \text{УО}$



$$\text{МОК} = 68 \text{ уд./мин.} \times 60 \text{ мл} = 4080 \text{ мл.}$$

Ответ: МОК = 4080 мл.

Задача 4.11

Определить периферическое сопротивление сосудов ПСС (у.е.), если среднединамическое давление (СДД) = 93,2 мм рт.ст. и минутный объем кровообращения (МОК) = 4080 мл.

Решение: $\text{ПСС} = (\text{СДД} \times 1333 \times 60) \div \text{МОК},$

$$\text{ПСС} = (93,2 \text{ мм рт.ст.} \times 1333 \times 60) \div 4080 \text{ мл} = 1827 \text{ (у.е.)}$$

Ответ: ПСС = 1827 (у.е.).

Задача 4.12

Определить вегетативный индекс Кердо ВИК (%), если число сердечных сокращений (ЧСС) = 68 уд./мин. и диастолическое давление (ДАД) = 80 мм рт.ст.

Решение: $\text{ВИК} = (1 - \text{ДАД} \div \text{ЧСС}) \times 100 \text{ ()},$

$$\text{ВИК} = (1 - 80 \text{ мм рт.ст.} \div 68 \text{ уд./мин.}) \times 100 = - 17,65 \text{ (}\% \text{)}.$$

Ответ: ВИК = - 17,65 (%).

Дополнительная информация о вегетативном индексе Кердо (ВИК).

Индекс основан на сопоставлении интегральных показателей системы кровообращения – величин АД и ЧСС.

Вегетативное равновесие в регуляции сердечно-сосудистой системы соответствует ВИК = 0. Положительные значения ВИК свидетельствуют о сдвиге равновесия в симпатическую сторону и усилении процессов катаболизма, характерного для напряженного функционирования, расходования резерва организма. Парасимпатическое преобладание (значения ВИК отрицательные) также свидетельствует о нарушении равновесия, но при более благоприятном, анаболическом варианте метаболизма, экономичном режиме функционирования.

Задача 4.13

Определить индекс функциональных изменений (по Баевскому) ИФИ (у.е.), если число сердечных сокращений (ЧСС) = 68 уд./мин., систолическое артериальное давление (САД) = 120 мм рт.ст., диастолическое давление (ДАД) = 80 мм рт.ст., возраст = 20 лет, вес = 50 кг и рост = 160 см.

Решение: $\text{ИФИ} = 0,011 \times \text{ЧСС} + 0,014 \times \text{САД} + 0,008 \times \text{ДАД} + 0,014 \times \text{возраст} + 0,009 \times \text{вес} - 0,009 \times \text{рост} - 0,27,$

$$\text{ИФИ} = 0,011 \times 68 \text{ уд./мин.} + 0,014 \times 120 \text{ мм рт.ст.} + 0,008 \times 80 \text{ мм рт.ст.} + 0,014 \times 20 \text{ лет} + 0,009 \times 50 \text{ кг} - 0,009 \times 160 \text{ см} - 0,27 = 4,518 \text{ (у.е.)}.$$

Ответ: ИФИ = 4,518 (у.е.).



Задача 4.14

Определить физиологическое состояние ФС (у.е.), если число сердечных сокращений (ЧСС) = 68 уд./мин., среднединамическое давление (СДД) = 93,2 мм рт.ст., возраст = 20 лет, вес = 50 кг и рост = 160 см.

Решение: $ФС = (700 - 3 \times ЧСС - 2,5 \times СДД - 2,7 \times \text{возраст} + 0,2 \times \text{вес}) \div$

$(350 - 2,6 \times \text{возраст} + 0,21 \times \text{рост}),$

$ФС = (700 - 3 \times 68 \text{ уд. в 1 мин.} - 2,5 \times 93,2 \text{ мм рт.ст.} - 2,7 \times 20 \text{ лет} + 0,2 \times 50 \text{ кг}) \div (350 - 2,6 \times 20 \text{ лет} + 0,21 \times 160 \text{ см}) = 0,63(\text{у.е.}).$

Ответ: $ФС = 0,63 \text{ (у.е.)}$

Задача 4.15

Определить основной обмен (по Риду) ОО (%), если число сердечных сокращений (ЧСС) = 68 уд./мин. и пульсовое давление (ПД) = 40 мм рт.ст.

Решение: $ОО = 0,75 \times (ЧСС + 0,74 \times ПД) - 72 \text{ (в \%)},$

$ОО = 0,75 \times (68 \text{ уд./мин.} + 0,74 \times 40 \text{ мм рт.ст.}) - 72 \text{ (в \%)} = 1,2 \text{ \%}.$

Ответ: $ОО = 1,2 \text{ \%}.$

Дополнительная информация о формуле Рида.

Формула Рида основана на взаимосвязи между теплопродукцией организма человека, артериальным давлением и пульсом. Расчет по этой формуле дает только приближенные значения процента отклонения основного обмена от должного.

Задача 4.16

Определить динамометрический индекс (ДИ), если сила кисти = 35 кг, масса тела (вес) = 62 кг.

Решение: $ДИ = \text{сила кисти (кг)} \div \text{вес (кг)} \times 100 \text{ \%}.$

$ДИ = 35 \text{ (кг)} \div 62 \text{ (кг)} \times 100 \text{ \%} = 56,4 \text{ \%}.$

Ответ: $ДИ = 56,4 \text{ \%}.$



ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ФИЗИОЛОГИИ

5. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

5.1. Определение частоты сердечных сокращений в состоянии покоя и после физической нагрузки

Цель: определить зависимость частоты сердечных сокращений от физических нагрузок.

Объект исследования: человек (в частности студент).

Материалы и оборудование: секундомер, степ-тест.

Ход работы:

Измерьте пульс в состоянии покоя (повторите 5-6 раз и найдите среднее арифметическое значение). Результаты зафиксируйте.

Сделайте 20 приседаний за 30 сек. Быстро сядьте на стул и подсчитайте число пульсовых ударов за 10 секунд сразу после нагрузки, через 30, 60, 90, 120, 150, 180 секунд. Результаты занесите в табл. 15.

Таблица 15

Динамика восстановления ЧСС

Пульс сразу после работы	Пульс через интервалы, с						
	10	40	60	90	120	150	180
За 10 секунд:							
За 1 минуту:							

Форма отчетности:

На основании полученных данных постройте график. На оси абсцисс отложите время, на оси ординат – ЧСС. Найдите на графике среднее значение ЧСС в состоянии покоя и через это место проведите горизонтальную линию, параллельную оси абсцисс. Определите, во сколько раз увеличится частота сердечных сокращений после 20 приседаний. Определите по графику, за какой отрезок времени ЧСС возвращается к норме.

Оценка результатов:

Если ЧСС увеличивается на 30% и меньше – хорошо, если частота сердечных сокращений возросла больше чем на 30% - отрицательный результат, который свидетельствует о недостаточной тренированности. Если ЧСС возвращается к норме за 2 минуты и меньше – отлично, если свыше 3 минут – следует заняться собой.



5.2. Расчет минутного и систолического объема крови

Минутный и систолический объем крови – важный показатель работы сердечно-сосудистой системы. Систолическим объемом называют количество крови, выбрасываемое сердцем за период одной систолы, а минутным – количество крови, выбрасываемое сердцем за 1 минуту.

Цель: освоить метод расчета минутного и систолического объема крови.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: секундомер, тонометр, фонендоскоп.

Ход работы:

Экспериментатор определяет ЧСС и АД (систолическое и диастолическое) у испытуемого в покое. Полученные результаты фиксируются в тетрадь. Через 1 - 2 мин. экспериментатор предлагает испытуемому сделать 10 приседаний за 20с, после чего в течение 10с подсчитывается пульс и определяется величина артериального давления (АД). Через 3 - 4 мин испытуемый совершает ещё 20 приседаний за 30с, и у него вновь подсчитывается пульс и определяется АД. Все полученные результаты также фиксируются.

Форма отчетности:

Используя полученные данные при определении АД, рассчитайте величину систолического объема (СО) в покое и после выполнения физической нагрузки по формуле Старра: $CO = (101 + 0,5 \times ПД) - (0,6 \times ДАД) - 0,6 \times А$, где: СД – систолическое давление, ДАД – диастолическое давление, ПД – пульсовое давление ($ПД = СД - ДАД$); А – возраст.

Рассчитайте минутный объем крови в покое и после работы, где СО – систолический объем; ЧСС – частота сердечных сокращений за 1 мин.

Формула расчета минутного объема крови (МОК): $МОК = СО \times ЧСС$.

Все полученные данные занесите в табл. 16. Проанализируйте их, сделайте выводы.

Таблица 16

Изменение ЧСС, АД и сердечного выброса после физической нагрузки

Показатели, ед. измерения	В состоянии покоя	После выполнения 1-й нагрузки	После выполнения 2-й нагрузки
ЧСС уд./мин			
САД мм рт.ст.			
ДАД мм рт.ст.			
ПД мм рт.ст.			
СО мл			
МОК мл/мин			



6. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИИ ДЫХАНИЯ

6.1. Определение размеров грудной клетки в покое, во время вдоха и выдоха

Для работы необходимо: ленточка-метр.

Один из студентов обнажается до пояса и садится на стул. Другой наблюдает за движением грудной клетки во время вдоха и выдоха. Отмечает:

- 1) равномерно ли расширяются обе половины грудной клетки;
- 2) изменяются ли межреберные промежутки во время вдоха и выдоха;
- 3) в каких направлениях и как изменяются размеры грудной клетки при вдохе и выдохе.

Далее измеряют окружность грудной клетки в конце спокойного вдоха и обычного выдоха. Для этого накладывают ленту-метр вокруг грудной клетки (на спине под лопаткой, а спереди - по обоим соскам). В заключение определяют движение брюшной стенки при глубоком вдохе и выдохе.

6.2. Определение длительности задержки дыхания в покое, после нагрузки и гипервентиляции. Пневмотахометрия

Необходимо для работы: секундомер.

Испытуемый делает максимальный вдох и задерживает дыхание. По секундомеру отмечают время наступления произвольного вдоха. Затем делается максимальный выдох и задерживается дыхание. Определяют время наступления произвольного вдоха. Опыт повторяют после выполнения физической нагрузки (10-15 приседаний).

Испытуемый делает гипервентиляцию легких, глубокий вдох и задерживает дыхание. По секундомеру отмечается время наступления произвольного выдоха. Сравнивают полученные результаты.

Пневмотахометрия - этот метод применяют для определения максимальной скорости воздушного потока при форсированном вдохе и выдохе.

Для работы необходимо: пневмотахометр, спиртовой шарик.

Пневмотахометр представляет собой дифференциальный пневмоманометр, по шкале которого можно определить скорость воздушного потока в м/с.

Исследование производят при положении испытуемого стоя. Для измерения мощности вдоха испытуемый после глубокого выдоха делает форсированный вдох через датчик пневмотахометра. При измерении мощности выдоха испытуемый после глубокого вдоха производит форсированный выдох через датчик пневмотахометра. Каждую операцию выполняют 5 раз. Мощность вдоха и выдоха определяют по максимальным показателям пневмотахометра.



Результаты у разных испытуемых сравнивают.

7. СПИРОМЕТРИЯ

7.1. Регистрация спирограммы. Определение жизненной емкости легких (методика проведения работы)

Необходимо для работы: спирограф, загубник, зажим для носа.

Перед работой колокол спирографа промывают воздухом. Испытуемому дают загубник, нос закрывают специальным зажимом. Чтобы приучить испытуемого к дыханию в новых условиях, ему дают некоторое время дышать атмосферным воздухом. Затем переключают на дыхание из спирографа. Одновременно включают лентопротяжный механизм. Испытуемый некоторое время вдыхает и выдыхает в спирограф. При этом отмечается смещение спирограммы вследствие поглощения кислорода и уменьшение объема газа под колоколом.

Затем испытуемый вытаскивает загубник и совершает 10-15 приседаний. В это время исследователь промывает воздухом прибор и заполняет его чистым воздухом. После выполнения физической нагрузки испытуемый берет загубник и дышит воздухом из спирографа.

Полученная запись анализируется. Рассчитывается частота дыхательных движений (ЧДД) в покое и после физической нагрузки, определяют дыхательный объем воздуха, т.е. количество воздуха, которое поступает в легкие при отдельном вдохе, жизненную емкость легких (ЖЕЛ), резервный объем вдоха и выдоха, объем форсированного выдоха и рассчитывают минутный объем воздуха. По вертикали 10 мм записи соответствуют 200 мл воздуха. По смещению кривой определяют поглощение кислорода в покое и после нагрузки.

Система легочного дыхания организма, обеспечивающая насыщение крови в легких кислородом, осуществляется благодаря строгой согласованности между собой трех процессов:

- 1) вентиляции альвеол, обеспечивающей постоянство состава альвеолярного воздуха;
- 2) непрерывного кровотока через капилляры легкого и распределения крови в строгом соответствии с интенсивностью вентиляции отдельных ее участков;
- 3) диффузии биологических газов через мембрану с необходимой скоростью.

При спирографическом исследовании удается судить о состоянии лишь одного из звеньев системы легочного дыхания аппарата вентиляции. Это ни в коей мере не умаляет значения спирографии, поскольку нарушение именно вентиляции при подавляющем большинстве заболеваний легких оказывается ведущим в комплексе патофизиологических расстройств и в значительной мере определяет клиническую картину легочной недо-



статочности, снижая функциональные возможности больного с патологией легких.

Изучение функции аппарата вентиляции ЧДД, ОД, МОД позволяет судить об интенсивности газоминутного поглощения кислорода.

Сопоставляя МОД и PO_2 , можно вынести суждение, в какой мере вентиляция соответствует уровню газообмена (уровню энергетического обмена). Этой цели служит показатель, называемый коэффициентом использования кислорода (КИО₂), который определяет количество O_2 , поглощаемое из каждого литра вентилируемого воздуха.

Совершенно обоснованно для оценки вентиляции используется комплекс показателей, прямо характеризующих важнейшие анатомо-физиологические свойства аппарата вентиляции: эластичность легких и грудной клетки, бронхиальную проводимость и энергетические резервы дыхательных мышц. Такими показателями являются ЖЕЛ, объем форсированного воздуха за 1 сек (ОФВ), МВЛ, регистрируемые спирографически.

ЖЕЛ - максимальная амплитуда дыхательных движений зависит от эластических свойств легких и грудной клетки, двух эластических образований, взаимодействующих между собой. Легкие постоянно находятся в состоянии растяжения, а грудная клетка – сжатия. Равновесие системы легкие - грудная клетка достигается в момент спокойного выдоха. Уровень спокойного выдоха отчетливо виден на спирограмме. Предел увеличения объема системы ограничен способностью к растяжению как легких, так и грудной клетки. Известную роль играет величина мышечной силы, направленная при максимальном вдохе на растяжение указанных эластических образований. Последнее и объясняет рост ЖЕЛ в процессе тренировки спортсмена, а отчасти и снижение во время общей астенизации больного. По величине ЖЕЛ судят преимущественно об эластических свойствах аппарата вентиляции. Для оценки же другого вида нарушений механики дыхания, ухудшения бронхиальной проводимости, используется проба с форсированным выдохом. Если произошло сужение бронхиального дерева (спазм, отек слизистой и т. д.), то при выдохе воздушный поток встречает повышенное бронхиальное сопротивление. Эти нарушения удастся четко выявить при форсированном выдохе.

Повышение бронхиального сопротивления находит свое выражение и в падении максимальной вентиляции легких – показателе, также основанном на форсированном дыхании. Однако величину МВЛ в известной мере определяют и способностью дыхательной мускулатуры длительно поддерживать высокий уровень вентиляции. Поэтому МВЛ в известной мере отражает энергетические резервы дыхательных мышц.



7.2. Анализ спирографических показателей человека

Общеизвестно, что одним из основных клинических проявлений легочной недостаточности является учащение и поверхностный характер дыхания. Однако по данным инструментального исследования эти признаки имеют весьма ограниченное диагностическое значение.

В первую очередь важна оценка следующих спирографических показателей:

1. Минутный объем дыхания (МОД).

МОД в условиях основного обмена составляет 4-10 литров в стандартных условиях: при температуре тела (37), нормальном атмосферном давлении и при полном насыщении водяными парами. Тесная зависимость уровня вентиляции от интенсивности газообмена позволяет выразить должную величину МОД через должный основной обмен:

$$\text{Должный МОД} = \frac{\text{Должный основной обмен (ккал/сут)}}{7,07 \times 40}$$

В условиях относительного покоя МОД составляет 160 (100-260)% должной, хотя потребление O_2 увеличивается всего на 10-20%. Налицо гипервентиляция, связанная с эмоциональным фактором. Расчет производится по фактическому обмену, что уменьшает несоответствие уровней вентиляции и газообменов.

При некоторых патологических состояниях возникает гипервентиляция как компенсаторная реакция в ответ на нарушения в других звеньях системы дыхания. Гипервентиляция в покое является ценным диагностическим показателем, если исключено влияние на вентиляцию эмоционального фактора. Достичь этого удастся только при строгом соблюдении условий основного обмена.

2. Потребление организмом кислорода (PO_2) (норма- 160-300 в 1 мин)

$$\text{Должное } PO_2 = \frac{\text{Должный основной обмен}}{7,07}$$

В условиях относительного покоя PO_2 – 115-150%. PO_2 характеризует уровень энергетического обмена и ни в коем случае – состояние аппарата вентиляции. Количественно газообмен в покое обеспечивается вплоть до крайних степеней нарушения внешнего дыхания. Только при физической нагрузке больные часто оказываются не способны значительно увеличить интенсивность газообмена. Но и тут главным образом лимитирующим фактором оказывается состояние не вентиляции, а кровообращения. KIO_2 в полном покое – 40 (26-53) мл/л.



3. Коэффициент использования кислорода (КИО₂)

$$\text{КИО}_2 = \frac{\text{ПО}_2 \text{ (ТРД)}}{\text{МОД (ТРД)}}.$$

К оценке КИО₂ в покое как показателя эффективности вентиляции следует подходить с большой осторожностью: он в равной мере может указывать как на низкую эффективность вентиляции, относительно интенсивности газообмена, так и на уровень вентиляции, обусловленный чаще всего эмоциональным фактором.

4. Жизненная емкость легких.

Должная ЖЕЛ (ВТР) = Должный основной обмен x 3,0 (для мужчин).

Должная ЖЕЛ (ВТР) = Должный основной обмен x 2,6 (для женщин).

ВТР – температура тела (+37°), АТР – атмосферная температура, ТР – стандартная температура (при 0 градусов).

В возрасте 50-60 лет происходит уменьшение коэффициента на 0,2. В положении лежа коэффициент уменьшается на 0,1. Широко принятые показатели формул Болдуина, Курнона, Ричардса так же, как и коэффициент 3,0 и 2,6, при расчете по должному основному обмену для ЖЕЛ в системе ТР оказываются заниженными, в результате чего снижается значение показателя, особенно для диагностики начальных нарушений. При использовании указанных формул нижние границы следует считать 90% от должной.

5. Резервные объемы вдоха и выдоха (Ровд., Ровыд.). Резервный объем вдоха в норме составляет в положении сидя 50 (35-65)% ЖЕЛ, лежа – 65 (50-82)%, резервный объем выдоха сидя 30 (10-50), лежа 15 (5-25)% ЖЕЛ.

6. Объем форсированного воздуха за 1 сек (ОФВ 1). Скорость форсированного выдоха находится в тесной взаимосвязи с объемом легких. Поэтому ограничить ее оценку абсолютными значениями нельзя. Широко используется показатель отношения ОФВ I к объему ЖЕЛ в %:

$$\frac{\text{ОФВ 1}}{\text{ЖЕЛ}} = \frac{3}{4} = 75\%.$$

Относительно того, к какому объему следует относить ОФВ1, к фактической ЖЕЛ или к должной ЖЕЛ, единого мнения нет. ЖЕЛ в условиях патологии отражает не объем легких, а некую экспираторную позицию, при которой в условиях форсированного выдоха происходит спадение бронхов. Физиологически наиболее оправдано исследование фактической ЖЕЛ, взятой в системе АРТ, в норме – 70 (55-90)% у мужчин и женщин.



В ряде случаев целесообразно использовать отношение ОФВ1/ДЖЕЛ.

Показатель утрачивает свое первоначальное значение как характеристики бронхиальной проходимости, т. к. ДЖЕЛ есть расчетная величина.

При начальных изменениях, когда ни ЖЕЛ, ни ОФВ1 (ЖЕЛ в отдельности не выходит за пределы ОФВ1) не нарушены, ДЖЕЛ может оказаться сниженным, указывая на изменяющиеся нарушения.

7. Максимальная вентиляция легких (МВЛ) у здоровых мужчин 70-170 л/мин, у женщин в возрасте 50-60 лет коэффициент меньше на 2.

За норму принимается диапазон 70-135% и более процентов должной величины.

Следовательно, нивелировать индивидуальные различия с помощью должных величин удастся лишь частично из-за значительного влияния прежде всего общей тренированности и развития физического усилия.

Большое значение имеет и частота дыхания при выполнении МВЛ, которая не должна быть меньше 40 (60-80). Обязательный учет, при котором выполняется МВЛ, во многом способствует правильной оценке показателя.

8. Показатель скорости движения воздуха ПСДВ:

$$\text{ПСДВ} = \frac{\text{МВЛ}}{\text{ЖЕЛ}} \text{ л/мин (25 у мужчин).}$$

С его помощью удастся дифференцировать ограничительные нарушения вентиляции от нарушений бронхиальной проводимости.

В заключение следует обсудить вопрос, можно ли отнести спирографические показатели к разряду объективной информации, если их получение в значительной мере зависит от волевого усилия обследуемого. На этот вопрос следует ответить положительно. Опытный глаз, как правило, без труда отличает патологические изменения от преднамеренного искажения или явного непонимания требований исследования. Объективность полученных данных подтверждает, прежде всего, малые различия результатов повторных изменений, не выходящих за пределы воспроизводимости показателя. Преднамеренно добиться этого невозможно. Различные элементы спирограммы должны находиться в тесной взаимосвязи между собой. Нормальная ЖЕЛ и ОФВ1 исключает резкое снижение МВЛ, высокая МВЛ исключает резкое снижение ОФВ1.

Недостаточное усилие при ЖЕЛ проявит себя в значительном повышении ФЖЕЛ над ЖЕЛ. Скорость выдоха при МВЛ должна быть такая же, как при ФЖЕЛ. Частое и поверхностное дыхание и низкий КИО₂ при удовлетворительных показателях механики дыхания не могут расцениваться как патология.



Низкая МВЛ при нормальной ЖЕЛ и скорости форсированного выдоха может зависеть от наличия внелегочных причин, ограничивающих способность развития дыхательного усилия. Если таковых, судя по клиническим данным, нет, то снижение МВЛ может быть объяснено малой частотой дыхания.

7.3. Общие вопросы методики исследования и критерии оценки показания дыхания

Система внешнего дыхания обеспечивает поддержание одного из важнейших параметров гомеостаза - нормальный газовый состав артериальной крови. При непрерывно меняющихся условиях жизнедеятельности организма непрерывно изменяются и требования, предъявляемые к системе внешнего дыхания. Совершенство центральной регуляции обеспечивает адекватную реакцию на различного рода воздействия.

Основной принцип функционального исследования состоит в том, чтобы оценить соответствие реакции системы дыхания предъявляемым требованиям. Для осуществления этого принципа необходимо определить условия, в которых находится дыхательная система, произвести на нее целенаправленное дозированное воздействие и измерить величину ответной реакции. Отсюда вытекают три главных методических положения, являющихся основой правильной постановки функционального исследования: во-первых, должны быть созданы условия, необходимые для проведения исследования; во-вторых, воздействие на систему должно иметь конкретную точку приложения и строго дозироваться по величине и, в-третьих, должны использоваться такие методы исследования, которые позволяют точно количественно оценить реакцию системы и дать ей качественную характеристику.

Условия исследования. В практической работе различают несколько стандартных условий исследования.

Условия основного обмена - это состояние бодрствования при минимальной активности всех физиологических функций. Оно достигается в ранние утренние часы натощак после часа пребывания в положении лежа в тихом, слабо освещенном помещении с комфортной температурой.

Условия относительного покоя - утреннее и дневное время натощак или через два часа после небольшого завтрака, после отдыха 15 мин в положении сидя.

Функциональные нагрузки. Применяемые в практике клинко-физиологических исследований воздействия на больного для получения ответной реакции системы дыхания принято называть функциональными нагрузками. К ним относятся произвольные дыхательные маневры, дыхание с дополнительным сопротивлением, фармакологические пробы, дыха-



ние смесями с измененным газовым составом, физические нагрузки разной мощности и длительности и т.д.

Критерии оценки показателей дыхания. Для количественной оценки показателей дыхания используют два способа:

1) сравнивают данные настоящего исследования с результатами, полученными у того же лица ранее;

2) сопоставляют фактически полученные величины с их нормативами.

Если первый способ связан с понятиями "воспроизводимость" и "повторяемость", то второй – с представлениями о нормативах и должных величинах показателей дыхания.

Нормативы и должные величины. Суждение о выраженности нарушений по результатам однократного исследования основывается на сопоставлении полученных показателей с их нормативами и должными величинами. Под нормативом следует понимать среднее значение и дисперсию функционального показателя, полученные при обследовании здоровых лиц, отобранных по полу и возрасту. Должная величина теоретически наиболее вероятная величина показателя, предсказанная по установленной у здоровых лиц зависимости между данным показателем и антропометрическими характеристиками субъекта (табл. 17).

Таблица 17

Должные величины и нормативы некоторых показателей дыхания для лиц 25-60 лет (ВТР)

Показатель	Должная величина	
	Мужчины	
ЖЕЛ, л	$0,052 \times P - 0,028 \times B - 3,20$	0,5
ОФВ1, л	$0,036 \times P - 0,031 \times B - 1,41$	0,5
ОФВ1/ЖЕЛ, %	80	9
МВЛ, л x мин ⁻¹	Должная ЖЕЛ x 25	18
ООЛ/ОЕЛ, %	$0,33 \times B + 16,0$	5
	Женщины	
ЖЕЛ, л	$0,049 \times P - 0,019 \times B - 3,76$	0,4
ОФВ1, л	$0,026 \times P - 0,028 \times B - 0,36$	0,4
ОФВ1/ЖЕЛ, %	82	9
МВЛ, л x мин ⁻¹	Должная ЖЕЛ x 26	15
ООЛ/ОЕЛ, %	$0,33 \times B + 18,0$	5

P - рост (см), B - возраст (годы)

Границы нормы. Задача каждого отдельного учреждения состоит не в разработке новых собственных нормативов, а в обследовании конкретной группы здоровых с тем, чтобы убедиться, что принятая методика позволяет получить данные, сопоставимые с общепринятыми нормативами.



Обобщение международного опыта позволяет обосновать должные величины ряда (табл. 18).

Также достаточно широко для определения должных величин легочной вентиляции используют таблицы Гарриса и Бенедикта (условия основного обмена).

Приведение легочных объемов к стандартным условиям. Как известно, одно и то же количество молекул газа может занимать разный объем, в зависимости от барометрического давления (P_v) и окружающей температуры (C) (табл. 18). При увеличении P_v и уменьшении температуры объем газа уменьшается. При охлаждении часть водяных паров конденсируется и объем также уменьшается.

Таблица 18

**Границы нормы и градации отклонения
от нормы показателей дыхания**

Показатель	Норма	Условная норма	Изменения		
			умеренные	значительные	резкие
	$x \pm 1,0$	1,0-1,65	1,65 - 3,0	3,0 -5,0	Более 5,0
ЖЕЛ, % должной	Более 90	90-85	84-70	69-50	Менее 50
МВЛ, % должной	Более 85	85-75	74-55	54-35	Менее 35
ОФВ1, % должной	Более 85	85-75	74-55	54-35	Менее 35
ОФВ1/ЖЕЛ, %	Более 70	70-65	64-55	54-40	Менее 40
ОЕЛ, % должной	90-110	110-115	116-125	126-140	Более 140
		90-85	84-75	74-60	Менее 60
ООЛ, % должной	90-125	126-140	141-175	176-225	Более 225
		89-85	84-70	69-50	Менее 50
ООЛ, %	Менее +5	+5-+8	+9-+15	+16-+25	Более +25

Различают несколько стандартных условий, в которых производят измерение легочных объемов: ВТР - условия при температуре тела (37 гр. С), окружающем давлении и полном насыщении водяными парами. АТР – то же при окружающей температуре, ТР – стандартная температура (0 гр. С) и давление 101,3 кПа (760 мм. рт. ст.), сухой газ (без водяных паров).

По существующим правилам, для того, чтобы судить об объеме легких при объеме вентиляции, измеренный объем выдохнутого воздуха должен быть приведен к условиям, которые имелись в легких (ВТР).

7.4. Коэффициенты для приведения объема газа к системе ВТР

К ВТР должны быть приведены все статические и динамические легочные объемы (жизненная емкость легких, остаточный объем, минутный объем дыхания, максимальная вентиляция легких, объем форсированного выдоха и т. д.) (табл. 19).



Приведение газов к стандартным условиям – неотъемлемое требование сопоставимости данных. Оценка полученных показателей производится только после приведения их к условиям, в которых выражены должные величины.

Таблица 19

гр. С	Коэффициент	гр. С	Коэффициент
15	1,128	21	1,096
16	1,123	22	1,091
17	1,117	23	1,085
18	1,113	24	1,080
19	1,108	25	1,075
20	1,102	26	1,068

Поправочные коэффициенты представлены в табл. 20.

Таблица 20

**Коэффициенты для приведения объема газа к системе ТР.
Барометрическое давление, кПа (мм рт. ст.)**

°С	98,4	99,1	100	100,6	101,3	102	102,6	103,3	104
	740	745	750	755	760	765	770	775	780
11	,924	,930	,936	,943	,949	,955	,961	,968	,974
12	,919	,926	,932	,938	,945	,951	,957	,964	,970
13	,915	,922	,928	,934	,940	,947	,953	,959	,966
14	,911	,917	,924	,930	,936	,943	,949	,955	,961
15	,907	,913	,920	,926	,932	,938	,945	,951	,957
16	,903	,909	,915	,922	,938	,934	,940	,946	,953
17	,899	,905	,911	,917	,923	,930	,936	,942	,948
18	,894	,901	,907	,913	,919	,925	,931	,938	,944
19	,890	,896	,902	,909	,915	,921	,927	,933	,939
20	,886	,892	,898	,904	,910	,917	,923	,929	,935
21	,882	,888	,895	,900	,906	,912	,918	,924	,930
22	,877	,883	,889	,895	,901	,908	,914	,920	,926
23	,873	,879	,885	,891	,897	,903	,909	,915	,921
24	,868	,847	,880	,886	,892	,898	,904	,910	,917
25	,864	,870	,870	,882	,888	,894	,900	,906	,912

7.5. Расчёт должных величин основных спирографических показателей с помощью формул и таблиц

Формулы позволяют рассчитать должные значения тринадцати важнейших спирографических показателей.

1. Жизненная ёмкость лёгких (ЖЁЛ) – изменение объёма лёгких в результате полного спокойного выдоха, выполняемого после максимального полного вдоха (в литрах).



2. Форсированная ЖЕЛ (ФЖЕЛ – изменение объёма лёгких в результате максимального интенсивного, быстрого (форсированного) выдоха, выполняемого после полного вдоха (в литрах).

3. Объём форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1) – та часть ФЖЕЛ, которая выдыхается за первую секунду после начала форсированного выдоха (в литрах).

4. Индекс Тиффно – отношение ОФВ1/ЖЕЛ(%).

5. Максимальная объёмная скорость в момент выдоха 25% ФЖЕЛ (МОС25), в л/с.

6. Максимальная объёмная скорость в момент выдоха 50% ФЖЕЛ(МОС50), в л/с.

7. Максимальная объёмная скорость в момент выдоха 75% ФЖЕЛ (МОС75), в л/с.

8. Пиковая объёмная скорость выдоха (ПОСвыд.) – наибольшее наблюдаемое во время форсированного выдоха значение объёмной скорости, в л/с.

9. Средняя объёмная скорость в интервале от 25% до 75% объёма ФЖЕЛ (СОС25-75), в л/с.

10. Общая ёмкость лёгких (ОЁЛ) – объём воздуха, который вмещают легкие при расширении от положения полного спадения до положения максимального вдоха, в л.

11. Функциональная остаточная ёмкость (ФОЁ) – объём воздуха, содержащийся в лёгких после выдоха до уровня обычного, спокойного дыхания, в л.

12. Остаточный объём лёгких (ООЛ) – объём воздуха, остающийся в лёгких после максимального глубокого выдоха, в л.

13. Остаточный объём в % по отношению к общей ёмкости лёгких (ООЛ/ОЕЛ).

Таблица формул должных величин по Клементу и соавт. (прилож. табл. 28-31) организована следующим образом. Первый столбец таблицы содержит сокращённое наименование показателя, охватывающее 4 строчки таблицы, две из них относятся к лицам мужского, две – к лицам женского пола, как указано во втором столбце. Третий столбец содержит обозначение возрастного диапазона, к которому относится формула. 4-й, 5-й и 6-й столбцы содержат коэффициенты формул должных величин по четыре формулы на каждый показатель. При расчётах должной величины показателя необходимо коэффициент 4-го столбца умножить на рост пациента в метрах, коэффициент 5-го столбца умножить на возраст пациента, эти два произведения сложить вместе с константой, содержащейся в 6-м столбце. (Обращать внимание на знаки «плюс» или «минус» перед коэффициентами и константой). 7-й столбец содержит “сигму” – среднее квадратичное отклонение уравнения линейной регрессии, с помощью которого определяется граница нормальных значений показателя.



7.6. Примеры пользования таблицей и вычисление отклонения основного обмена от должного у человека по формуле Рида

Допустим, что требуется рассчитать должную величину МОС25 для мужчин 27 лет при росте 180 см. Соответствующая формула находится на 14-й строке таблицы. Выполняем расчёты: $1,8 \text{ м} \times 8,3 + 27 \text{ лет} \times (-0,040) - 4,738 = 9,122 \text{ л/с}$ или округленно 9,1 л/с. Другой пример: Требуется найти должное значение индекса Тиффио для женщины в возрасте 50 лет при росте 148 см. Формула для лиц такого возраста, роста и пола находится на 36-й строке: $1,48 \text{ м} \times (-6,7) + 50 \text{ лет} \times (-0,17) + 100,7 = 82,28$, или округленно 82,3%.

Использование табл. 29-32 избавляет от необходимости выполнения расчётов по формулам.

Табл. 29-30 содержат данные для мужчин, табл. 31-32 – для женщин. По вертикали указан возраст (полных лет), по горизонтали – рост через каждые 2 см.

Например, требуется найти должные величины для мужчин в возрасте 20 лет при росте 170 см. На листе 1 находим значение возраста (последний ряд) и роста (второй справа столбец) и читаем все тринадцать значений должных величин для этого испытуемого.

Если рост испытуемого имеет промежуточное значение, не указанное в таблице (нечётные значения роста в см), должные величины находятся как средние значения двух соседних столбцов. Например, для человека ростом 165 см должные равны средним величинам между значениями столбцов 164 и 166. Допускается также использование ближайшего большего значения роста. В примере – 166 см.

Оборудование: фонендоскоп, секундомер.

Ход работы: У испытуемого при соблюдении условий, необходимых для определения основного обмена (натошак, в положении лежа, при максимальном расслаблении скелетных мышц, в состоянии психического покоя, при температуре комфорта) измерить систолическое и диастолическое давление в плечевой артерии способом Н. С. Короткова и частоту пульса на лучевой артерии три раза с интервалом в две минуты. Затем рассчитать средние значения изучаемых показателей гемодинамики.

Процент (величину) отклонения основного обмена от нормы подсчитывают по формуле Рида: $\text{ПО} = 0,75 \times (\text{частота пульса} + \text{пульсовое давление} \times 0,74) - 72$, где ПО – процент отклонения основного обмена от должного составляет примерно 10%.



8. Показатели физического развития – один из основных критериев оценки здоровья населения

Физическое развитие является одним из важнейших признаков, определяющих уровень здоровья населения. Однако показатели физического развития не являются обязательными для официального статистического анализа и не отражаются в отчетности, что не позволяет повсеместно и постоянно следить за уровнем и динамикой физического развития отдельных групп населения по всей республике.

Под физическим развитием следует понимать комплекс морфологических и функциональных свойств организма, определяющих массу, плотность, форму тела, структурно-механические качества и выражающихся запасом его физических сил.

8.1. Основные признаки и факторы, влияющие на уровень физического развития

На уровень физического развития влияет комплекс социально-биологических, медико-социальных, организационных, природно-климатических факторов. Имеют место различия в физическом развитии населения, проживающего в различных экономико-географических зонах, лиц разных национальностей. Под влиянием длительно действующих неблагоприятных факторов уровень физического развития снижается. Наоборот, улучшение условий, нормализация образа жизни способствуют повышению уровня физического развития.

Изучение физического развития включает в себя:

- изучение физического развития и его закономерностей в различных возрастно-половых группах населения и сдвигов за определенные промежутки времени;
- динамическое наблюдение за физическим развитием и здоровьем в одних и тех же коллективах;
- разработку мер региональных возрастно-половых стандартов для индивидуальной и групповой оценки физического развития детей;
- оценку эффективности оздоровительных мероприятий.

Цель: научиться оценивать показатели физического развития с помощью измерений.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: ростомер, напольные весы, сантиметровая лента.

Ход работы:





Рис. 3. Основные признаки физического развития

Измерение длины тела. Проводится с помощью ростомера. Испытуемый должен встать на платформу ростомера, касаясь вертикальной стойки пятками, ягодицами, межлопаточной областью и затылком. Экспериментатор измеряет рост испытуемого. Полученный результат зафиксировать.

Измерение окружности грудной клетки. Экспериментатор с помощью сантиметровой ленты измеряет окружность грудной клетки. Для этого испытуемый поднимает руки, экспериментатор накладывает ленту так, чтобы она проходила по нижним углам лопаток. Спереди лента должна проходить по среднегрудной точке и плотно прилегать к телу. Затем испытуемый опускает руки. Окружность груди измеряется в трех фазах: во время обычного спокойного дыхания (в паузе), при максимальном вдохе и максимальном выдохе.

Определите экскурсию грудной клетки. *Экскурсия грудной клетки* – разница между величинами окружностей на вдохе и на выдохе. Полученный результат зафиксируйте.

Определение массы тела. Измерение проводите с помощью медицинских весов. Полученный результат зафиксируйте.

Форма отчетности.

1. Заполните таблицу 21.



Антропометрические показатели

Испытуемый	Возраст	Показатели окружности грудной клетки			Показатели роста	Показатели массы тела
		в паузе	макс. на вдохе	макс. на выдохе		

- Оцените полученные результаты. Величина экскурсии грудной клетки у молодых здоровых людей колеблется обычно от 6 до 9 см.
- Сравните полученные вами данные со среднестатистическими данными табл. 22-24.
- Сделайте вывод о степени вашего физического развития. Используя данные таблицы, найдите соответствующий коридор для каждого из ваших показателей (на пересечении возраста и величины показателя). Коридор процентных величин характеризует встречаемость показателя данного признака в различных половых и возрастных группах. При среднем значении коридора ваши показатели близки к среднестатистическим данным.

Таблица 22

Процентные величины длины тела, см

Возраст, лет	Пол	Коридор и соответствующие ему показатели					
		1	2	3	4	5	6
16	М	154	158	162,2	177,4	182	185
	Д	151,7	155	158,3	169	172	174,1
17	М	159,3	163	168,1	181,2	185,1	187,9
	Д	154,1	157,3	161,2	170	173,1	175,5

Таблица 23

Процентные величины массы тела, кг.

Возраст, лет	Пол	Коридор и соответствующие ему показатели					
		1	2	3	4	5	6
16	М	41,2	45,4	51,8	65,9	73	82,5
	Д	42,4	46,8	51	61	66,2	76,1
17	М	46,4	50,5	56,8	70,6	78	86,2
	Д	45,2	48,4	52	62	68	79

Таблица 24

Процентные величины окружности груди, см

Возраст, лет	Пол	Коридор и соответствующие ему показатели					
		1	2	3	4	5	6
16	М	73,3	76,1	80	89,9	93,6	97
	Д	73	75,9	78,8	87,1	90,6	93,7
17	М	77	80,1	82,9	92,2	95,5	98,4
	Д	74,4	78	80,7	88	91,1	94,6



8.2. Оценка показателей физического развития с помощью расчетных формул и характеристики пропорций телосложения

Цель: научиться с помощью формул определять свое физическое развитие.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: отсутствуют.

Ход работы:

Рассчитайте собственный рост, используя для этого предложенную формулу (табл. 25).

Таблица 25

Теоретический расчет среднего роста людей в возрасте от 3 до 17 лет

Формулы вычисления роста		
1	Для девочек среднего типа телосложения	Рост = 6 × возраст + 76
2	Для мальчиков среднего типа телосложения	Рост = 6 × возраст + 77

Оценка результатов.

Отклонения от средних физических величин не должны превышать $\pm 2,5$ см для мальчиков и $\pm 3,5$ см для девочек. Если полученный при расчете рост на 20% больше или меньше среднего, это может указывать на эндокринные нарушения.

1. Определение индекса массы тела:

$$\text{ИМТ} = \text{Масса тела, кг} \div \text{рост} \times \text{рост, м}^2$$

Таблица 26

Индекс массы тела

Масса тела	Мужчины	Женщины
Недостаточная	< 20	< 19
Нормальная	20 – 25	19 – 24
Избыточная	25 – 30	24 – 30
Ожирение	> 30	> 30

2. Оцените свой результат, используя данные табл. 26.

3. Определите крепость телосложения. Зная величины своего роста, массы тела и окружности груди, можно рассчитать по формуле Пинье показатель крепости телосложения.

Формула индекса Пинье (показатель крепости телосложения – ИП):

$$\text{ИП} = \text{Рост, см} - (\text{масса тела, кг} + \text{окружность груди в фазе паузы, см}).$$



Оценка результатов.

Полученные величины индекса Пинье (ИП) оцениваются по следующей шкале:

- >10 – крепкое телосложение;
- 10 – 20 – хорошее телосложение;
- 21 – 25 – среднее телосложение;
- 26 – 35 – слабое телосложение;
- < 36 – очень слабое телосложение.

Форма отчетности.

Сравните расчетные данные с результатами антропометрических измерений. Сделайте вывод о развитии собственного организма.

8.3. Пропорции телосложения

Цель: научиться определять пропорции тела.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: сантиметровая лента.

Ход работы:

У испытуемого определяют окружность грудной клетки в паузе и рост.

Форма отчетности.

Для оценки гармоничности телосложения воспользуйтесь формулой

$$PGT = \text{Окр. грудной клетки в паузе} \div \text{рост, см} \times 100\%$$

Оценка результатов.

Сделайте оценку своего телосложения. При нормальном телосложении значение гармоничности телосложения составляет 50 – 55%. Если соотношение >50%, то телосложение называют слабым, а если <55% – крепким.



9. КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПОСТАНОВКЕ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Социально-экономические изменения в России привели к необходимости модернизации многих социальных институтов, и в первую очередь системы образования. Сегодня обществу необходимы образованные, мобильные, самостоятельные люди, которые не только обладают знаниями, но и умеют применять их в практической деятельности. Анализ работ, посвященных подготовке специалистов в высшей школе, показал, что в настоящее время компетенции и компетентности становятся факторами подготовленности современного выпускника высшей школы в условиях нестабильного рынка труда и социальной жизни. В современных требованиях работодателей к специалистам акцент делается на их способность к практическому решению задач, возникающих в процессе профессиональной деятельности. В то же время образование в ВУЗах больше ориентировано на формирование у студентов знаний и умений, чем на формирование личностных или профессиональных компетенций. В докладе ЮНЕСКО говорится: «Все чаще предпринимателям нужна не квалификация, которая с их точки зрения слишком часто ассоциируется с умением осуществлять те или иные операции материального характера, а компетентность, которая рассматривается как своего рода коктейль навыков, свойственных каждому индивиду, в котором сочетаются квалификация в строгом смысле этого слова... социальное поведение, способность работать в группе, инициативность и любовь к риску» [3].

Одним из ведущих показателей компетентности индивида (а в нашем случае студента) является карта его компетенции (табл. 27). Эти карты могут быть особенно значимыми, с одной стороны, для возможности динамического слежения за качественным уровнем образовательного процесса (улучшения или ухудшения) и, с другой стороны – представлением реальной возможности использования требований и пожеланий специалистов-практиков при овладении необходимых навыков студентами на производстве.

Таблица 27

Карта компетенции

«Умеет поставить и провести медико-биологический эксперимент, проанализировать и обработать полученные экспериментальные данные»

Перечень компонентов компетенции	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
Знает: законы, лежащие в основе медико – биологического эксперимента, методы получения и обработки экспериментальных данных; порядок проведения эксперимента, технику безопасности	Самостоятельная проработка литературы, лекционного материала и учебных пособий, методических пособий по исследуемому направлению. Проведение неоднократных предварительных теоретических занятий. Выполнение лабораторных	Допуск к эксперименту. Тестирование. Зачет



Перечень компонентов компетенции	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
<p>Умеет: создать научную гипотезу, разработать схему выполнения эксперимента, алгоритм действий по заданной теме; подобрать и использовать приборы для выполнения работы, выполнять антропометрические измерения, применять компьютерные технологии, расчеты статистических данных, определять корреляционные зависимости, обобщать и оценивать результаты исследования</p>	<p>Выполнять научно – исследовательскую работу. Совершенствует проведение лабораторных работ. По заданной теме выполняет рефераты, курсовые и дипломные работы. Оптимизирует СР(самостоятельную работу студента). Для наглядности и достоверности предложений использует мультимедийные технологии. Готовит презентации для выступлений с докладами на научно-практических конферен.</p>	<p>Защита отчетов. Защита НИРС. Защита курсовых и дипломных работ. Зачет. Экзаменационный эксперимент</p>
<p>Владеет: выбором методики экспериментального исследования; методами измерения с требуемой надежностью и точностью; методами статистической обработки данных; профессиональными навыками использования компьютерных технологий; профессиональными навыками постановки эксперимента с биологическим объектом</p>	<p>Качественный и грамотный подход к выполнению научно-эксперимента. На практических занятиях совершенствует методологические подходы к выполнению работы. При выполнении СРС максимально использует приобретенные теоретические навыки. Самостоятельно выполняет отдельные разделы эксперимента. Ход выполнения эксперимента находит отражение в выполнении рефератов, курсовых работ, отчетах по преддипломной практике. На основании отработанных методологических подходов разрабатывает инновационные подходы к дополнительным исследованиям и разработке новых экспериментальных направлений</p>	<p>Защита курсовых и дипломных работ. Защита отчетов. Защита или доклады на конференциях СНО результатов НИРС. Экзамен с экспериментом</p>



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рафалес-Ламарка, Э. Э., Николаев, В. Г. Некоторые методы планирования и математического анализа биологических экспериментов. – Киев: Наук. Думка, 1971.
2. Браунли, К. А. Статистическая теория и методология в науке и технике. – М.: Наука, 1977.
3. Доклад международной комиссии по образованию, представленный ЮНЕСКО «Образование: сокрытое сокровище». – М.: ЮНЕСКО, 1997.
4. Нормальная физиология: учебник для студ. ВПО / Под ред. В. М. Смирнова. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 480с.



СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АД	–	Артериальное давление крови
ВИК	–	Вегетативный индекс Кердо
ВОЗ	–	Всемирная организация здравоохранения
ВРИ	–	Весо-ростовой индекс
ДАД	–	Диастолическое артериальное давление
ДИ	–	Динамометрический индекс
ЖЕЛ	–	Жизненная емкость легких
ИП	–	Индекс Пинье
МОД	–	Минутный объем дыхания
ОД	–	Объем дыхания
ПСС	–	Периферическое сопротивление сосудов
ПД	–	Пульсовое давление
САД	–	Систолическое артериальное давление
ЧДД	–	Частота дыхательных движений
ЧСС	–	Частота сердечных сокращений
МОС ₂₅	–	Максимальная объемная скорость выдоха, 25% от пиковой объемной скорости выдоха
МОС ₅₀	-	Максимальная объемная скорость выдоха, 50% от пиковой объемной скорости выдоха
МОС ₇₅	-	Максимальная объемная скорость выдоха, 75% от пиковой объемной скорости выдоха



ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 28

Формулы должных величин для лёгочных объёмов и показатели форсированного выдоха по Клементу Р.Ф. и соавт.

Показатели	Пол	Возраст	Коэффициенты по...			
			росту	возрасту	Конст.	Сигма
ЖЕЛ	мужчины	18-25	5,8	0,085	-6,908	
		25-70	5,8	-0,029	-4,063	0,62
	женщины	18-25	3,8	0,029	-3,190	
		25-70	3,8	-0,017	-2,043	0,51
ФЖЕЛ	мужчины	18-25	5,8	0,079	-6,940	
		25-70	5,8	-0,030	-4,188	0,66
	женщины	18-25	3,8	0,021	-3,096	
		25-70	3,8	-0,019	-2,093	0,54
ПОС.выд	мужчины	18-25	8,0	0,129	-7,502	1,54
		25-70	8,0	-0,046	-3,130	
	женщины	18-25	4,7	0,029	-1,464	1,22
		25-70	4,7	-0,031	0,033	
МОС25	мужчины	18-25	8,3	0,129	-8,960	1,64
		25-70	8,3	-0,040	-4,738	
	женщины	18-25	4,3	0,021	-1,226	1,28
		25-70	4,3	-0,034	0,152	
МОС50	мужчины	18-25	5,7	0,093	-6,126	1,42
		25-70	5,7	-0,40	-2,802	
	женщины	18-25	3,5	0,021	-1,488	1,16
		25-70	3,5	-0,031	-0,135	
МОС75	мужчины	18-25	2,7	0,014	-2,274	
		25-70	2,7	-0,020	-1,422	0,78
	женщины	18-25	1,3	0,007	0,206	
		25-70	1,3	-0,027	1,051	0,69
СОС ₂₅₋₇₅	мужчины	18-25	4,2	0,043	-3,286	
		25-70	4,2	-0,036	-1,312	1,09
	женщины	18-25	2,8	0,007	-0,734	
		25-70	2,8	-0,033	0,267	1,05
ОФВ1	мужчины	18-25	4,3	0,043	-4,222	
		25-70	4,3	-0,029	-2,423	0,54
	женщины	18-25	2,9	0,014	-1,896	
		25-70	2,9	-0,021	-1,019	0,45
ОФВ1/ ЖЕЛ	мужчины	18-25	-5,0	-0,570	105,060	
		25-70	-5,0	-0,170	95,050	
ОЕЛ	женщины	18-25	-6,7	-0,290	103,682	
		25-70	-6,7	-0,170	100,700	7,89
	мужчины	18-25	7,9	0,138	-10,239	
		25-70	7,9	-0,009	-6,564	7,38
ФОЕ	женщины	18-25	5,3	0,060	-5,094	1,00
		25-70	5,3		-3,594	
	мужчины	18-25	4,0	0,069	-5,157	0,65
		25-70	4,0	-0,004	-3,332	



Показатели	Пол	Возраст	Коэффициенты по...			
			росту	возрасту	Конст.	Сигма
ООЛ	женщины	18-25	2,7	0,030	-2,629	0,60
		25-70	2,7		-1,879	
	мужчины	18-25	2,1	0,053	-3,328	0,48
		25-70	2,1	0,020	-2,503	
ООЛ/ ОЕЛ	женщины	18-25	1,5	0,031	-1,902	
		25-70	1,5	0,017	-1,552	0,52
	мужчины	18-70	0,330	16,000	5,00	
		женщины	18-70	0,330	18,000	5,00

Таблица 29

**Показатели должных величин для легочных объёмов и показателей форсированного выдоха по Клементу Р.Ф. и соавт., 1985 г.
Мужчины - рост 150-172 см**

Возраст	Рост (см) Показатели	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172
		16	ЖЕЛ	3,15	3,27	3,38	3,59	3,62	3,73	3,85	3,96	4,08	4,20
	ФЖЕЛ	3,02	3,14	3,26	3,37	3,49	3,60	3,72	3,84	3,95	4,07	4,18	4,30
	ОФВ1	2,92	3,00	3,09	3,17	3,26	3,35	3,43	3,52	3,60	3,69	3,78	3,86
	ОФВ1/ЖЕЛ	88,4	88,3	88,2	88,1	88,0	87,9	87,8	87,7	87,6	87,5	87,4	87,3
	МОС25	5,6	5,7	5,9	6,1	6,2	6,4	6,5	6,7	6,9	7,0	7,2	7,4
	МОС50	3,91	4,03	4,14	4,25	4,37	4,48	4,60	4,71	4,82	4,94	5,05	5,17
	МОС70	2,00	2,5	2,11	2,16	2,22	2,27	2,32	2,38	2,43	2,49	2,54	2,59
	ПОС.выд.	6,6	6,7	6,9	7,0	7,2	7,4	7,5	7,7	7,8	8,0	8,2	8,3
	СОС 25-75	3,7	3,79	3,87	3,95	4,04	4,12	4,21	4,29	4,37	4,46	4,54	4,63
	ОЕЛ	3,82	3,98	4,14	4,29	4,45	4,61	4,77	4,93	5,08	5,24	5,40	5,56
	ФОЕ	1,95	2,03	2,11	2,19	2,27	2,35	2,43	2,51	2,59	2,67	2,75	2,83
	ООЛ	0,67	0,71	0,75	0,80	0,84	0,88	0,92	0,96	1,01	1,05	1,09	1,13
	ООЛ/ОЕЛ	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3
17	ЖЕЛ	3,24	3,35	3,47	3,58	3,70	3,82	3,93	4,05	4,16	4,28	4,40	4,51
	ФЖЕЛ	3,10	3,22	3,34	3,45	3,57	3,68	3,80	3,92	4,03	4,15	4,26	4,38
	ОФВ1	2,96	3,05	3,13	3,22	3,30	3,39	3,47	3,56	3,65	3,73	3,82	3,91
	ОФВ1/ЖЕЛ	87,9	87,8	87,7	87,6	87,5	87,4	87,3	87,2	87,1	87,0	86,9	86,8
	МОС25	5,7	5,8	6,0	6,2	6,3	6,5	6,7	6,8	7,0	7,2	7,3	7,5
	МОС50	4,01	4,12	4,23	4,35	4,46	4,58	4,69	4,80	4,92	5,03	5,14	5,26
	МОС75	2,01	2,07	2,12	2,18	2,23	2,28	2,31	2,39	2,45	2,5	2,55	2,61
	ПОС.выд.	6,7	6,9	7,0	7,2	7,3	7,5	7,7	7,8	8,0	8,1	8,3	8,5
	СОС 25-75	3,74	3,87	3,91	4,00	4,08	4,16	4,25	4,33	4,42	4,50	4,59	4,67
	ОЕЛ	3,96	4,11	4,27	4,43	4,59	4,75	4,90	5,06	5,22	5,38	5,54	5,69
	ФОЕ	2,02	2,10	2,180	2,26	2,31	2,42	2,50	2,58	2,66	2,74	2,82	2,90
	ООЛ	0,72	0,76	,81	0,85	0,89	0,93	0,97	1,02	1,06	1,10	1,14	1,18
	ООЛ/ОЕЛ	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6
18	ЖЕЛ	3,32	3,44	3,55	3,67	3,79	3,90	4,02	4,14	4,25	4,37	4,48	4,60
	ФЖЕЛ	3,18	3,30	3,41	3,53	3,65	3,76	3,88	3,99	4,11	4,23	4,34	4,46
	ОФВ1	3,00	3,09	3,17	3,26	3,35	3,43	3,52	3,60	3,69	3,78	3,86	3,95
	ОФВ1/ЖЕЛ	87,3	87,2	87,1	87,0	86,9	86,8	86,7	86,6	86,5	86,4	86,3	86,2
	МОС25	5,8	6,0	6,1	6,3	6,5	6,6	6,8	7,0	7,1	7,3	7,5	7,6
	МОС50	4,10	4,21	4,33	4,44	4,55	4,67	4,78	4,90	5,01	5,12	5,24	5,35
	МОС75	2,03	2,08	2,14	2,19	2,24	2,30	2,35	2,41	2,46	2,51	2,57	2,62
	ПОС.выд.	6,08	7,0	7,1	7,3	7,5	7,6	7,8	7,9	8,1	8,3	8,4	8,6
	СОС25-75	3,79	3,87	3,96	4,04	4,12	4,21	4,29	4,38	4,46	4,54	4,63	4,71



Воз- раст	Рост (см) Показатели	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172
	ОЕЛ	4,10	4,25	4,41	4,57	4,73	4,89	5,04	5,20	5,36	5,52	5,68	5,83
	ФОЕ	2,09	2,16	2,24	2,32	2,40	2,49	2,57	2,64	2,72	2,80	2,88	2,96
	ООЛ	0,78	0,82	0,86	0,90	0,94	0,99	1,03	1,07	1,11	1,15	1,20	1,24
	ООЛ/ОЕЛ	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9
19	ЖЕЛ	3,41	3,52	3,64	3,75	3,87	3,99	4,10	4,22	4,33	4,45	4,57	4,68
	ФЖЕЛ	3,26	3,38	3,49	3,61	3,72	3,84	3,96	4,07	4,19	4,30	4,42	4,54
	ОФВ1	3,05	3,13	3,22	3,30	3,39	3,47	3,56	3,65	3,73	3,82	3,91	,99
	ОФВ1/ЖЕЛ	86,7	86,6	86,5	86,4	86,3	86,2	86,1	86,0	85,9	85,8	85,7	85,6
	МОС25	5,9	6,1	6,3	6,4	6,6	6,8	6,9	7,1	7,3	7,4	7,6	7,8
	МОС50	4,19	4,30	4,42	4,53	4,65	4,76	4,88	4,99	5,10	5,22	5,33	5,45
	МОС75	2,04	2,10	2,15	2,20	2,26	2,34	2,37	2,42	2,47	2,53	2,58	2,64
	ПОС выд	6,9	7,1	7,3	7,4	7,6	7,7	7,9	8,1	8,2	8,4	8,5	8,7
	СОС 25-75	3,83	3,91	4,00	4,08	4,17	4,25	4,34	4,42	4,50	4,59	4,67	4,76
	ОЕЛ	4,23	4,39	4,55	4,71	4,86	5,02	5,18	5,34	5,50	5,65	5,81	5,97
	ФОЕ	2,15	2,23	2,31	2,39	2,47	2,55	2,63	2,71	2,79	2,87	2,95	3,03
	ООЛ	0,83	0,87	0,91	0,95	1,00	1,04	1,08	1,12	1,16	1,21	1,25	1,29
	ООЛ/ОЕЛ	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3
	20	ЖЕЛ	3,49	3,61	3,72	3,84	3,96	4,07	4,19	4,30	4,42	4,54	4,65
ФЖЕЛ		3,34	3,46	3,57	3,69	3,80	3,92	4,04	4,15	4,27	4,38	4,50	4,62
ОФВ1		3,09	3,17	3,26	3,35	3,43	3,52	3,60	3,69	3,78	3,86	3,95	4,03
ОФВ1/ЖЕЛ		86,2	86,1	86,0	85,9	85,8	85,7	85,6	85,5	85,4	85,37	85,2	85,1
МОС25		6,1	6,2	6,4	6,6	6,7	6,9	7,1	7,2	7,4	,6	7,7	7,9
МОС50		4,28	4,40	4,51	4,63	4,74	4,85	4,97	5,08	5,20	5,31	5,42	5,54
МОС75		2,06	2,11	2,16	2,22	2,27	2,33	2,38	2,43	2,49	2,54	2,60	2,65
ПОС выд		7,1	7,2	7,4	7,6	7,7	7,9	8,0	8,2	8,4	8,5	8,7	8,8
СОС 25-75		3,87	3,96	4,04	4,13	4,21	4,29	4,38	4,46	4,55	4,63	4,71	4,80
ОЕЛ		4,37	4,53	4,69	4,85	5,00	5,16	5,32	5,48	5,64	5,79	5,95	6,1
ФОЕ		2,22	2,30	2,38	2,46	2,54	2,62	2,70	2,78	2,86	2,94	3,02	3,10
ООЛ		0,88	0,92	0,97	1,01	1,05	1,09	1,13	1,18	1,22	1,26	1,30	1,34
ООЛ/ОЕЛ		22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6
Воз- раст		Рост (см)	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170

Таблица 30

**Показатели должных величин и показателей форсированного выдоха
по Клементу Р.Ф. и соавт., 1985 г
Мужчины – продолжение рост 174-196 см**

Воз- раст	Рост (см) Показатели	174	176	178	180	182	184	186	188	190	192	194	196
16	ЖЕЛ	4,54	4,66	4,78	4,89	5,01	5,12	5,24	5,36	5,47	5,59	5,70	5,82
	ФЖЕЛ	4,42	4,53	4,65	4,76	4,88	5,00	5,11	5,23	5,34	5,46	5,58	5,69
	ОФВ1	3,95	4,03	4,12	4,21	4,29	4,38	4,46	4,55	4,64	4,72	4,81	4,89
	ОФВ1/ЖЕЛ	87,2	87,17	87,0	86,9	86,8	86,7	86,6	86,5	86,4	86,3	86,2	86,1
	МОС25	7,5	,7	7,9	8,0	8,2	8,4	8,5	8,7	8,9	9,0	9,2	9,4
	МОС50	5,28	5,39	5,51	5,62	5,74	5,85	5,96	6,08	6,19	6,31	6,42	6,53
	МОС70	2,65	2,70	2,76	2,81	2,86	2,92	2,97	3,03	3,08	3,13	3,19	3,24
	ПОС.выд.	8,5	8,6	8,8	9,0	9,1	9,3	9,4	9,6	9,8	9,9	10,1	10,2
	СОС 25-75	4,71	4,79	4,88	4,96	5,03	5,13	5,21	5,30	5,38	5,47	5,55	5,63
	ОЕЛ	5,72	5,87	6,03	6,19	6,35	6,50	6,66	6,82	6,98	7,14	7,30	7,45
	ФОЕ	2,91	2,99	3,07	3,15	3,23	3,31	3,39	3,47	3,53	3,63	3,71	3,79
	ООЛ	1,17	1,22	1,26	1,30	1,34	1,38	1,43	1,47	1,51	1,55	1,59	1,64
	ООЛ/ОЕЛ	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3



Воз- раст	Рост (см) Показате- ли	174	176	178	180	182	184	186	188	190	192	194	196
17	ЖЕЛ	4,63	4,74	4,86	4,98	5,09	5,21	5,32	5,44	5,56	5,67	5,79	5,90
	ФЖЕЛ	4,50	4,61	4,73	4,84	4,96	5,08	5,19	5,31	5,42	5,51	5,66	5,77
	ОФВ1	3,99	4,08	4,16	4,25	4,34	4,42	4,51	4,59	4,68	4,77	4,85	4,94
	ОФВ1/ЖЕЛ	86,7	86,6	86,5	86,4	86,3	86,2	86,1	86,0	85,9	85,8	85,7	85,6
	МОС25	7,7	7,8	8,0	8,2	8,3	8,5	8,7	8,8	9,0	9,2	9,3	9,5
	МОС50	5,37	5,49	5,60	5,72	5,83	5,94	6,06	6,17	6,29	6,40	6,51	6,63
	МОС75	2,66	2,72	2,77	2,82	2,88	2,93	2,99	3,04	3,09	3,15	3,20	3,20
	ПОС.выд	8,6	8,8	8,9	9,1	9,3	9,4	9,6	9,7	9,9	10,1	10,2	10,4
	СОС 25-75	4,75	4,84	4,92	5,01	5,09	5,17	5,26	5,34	5,43	5,51	5,59	5,68
	ОЕЛ	5,85	6,01	6,17	6,33	6,49	6,64	6,80	6,96	7,12	7,28	7,43	7,59
	ФОЕ	2,98	3,06	3,14	3,22	3,30	3,38	3,46	3,54	3,62	3,70	3,78	3,86
	ООЛ	1,23	1,27	1,31	1,35	1,39	1,44	1,48	1,52	1,56	1,61	1,65	1,69
	ООЛ/ОЕЛ	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6
18	ЖЕЛ	4,71	4,83	4,95	5,06	5,18	5,29	5,41	5,53	5,64	5,76	5,87	5,99
	ФЖЕЛ	4,57	4,69	4,81	4,92	5,04	5,15	5,27	5,39	5,50	5,66	5,73	5,85
	ОФВ1	4,03	4,12	4,21	4,29	4,38	4,46	4,55	4,64	4,72	4,81	4,89	4,98
	ОФВ1/ЖЕЛ	86,17	86,0	85,9	85,8	85,7	85,6	85,5	85,4	85,3	85,2	85,1	85,0
	МОС25	,8	8,0	8,1	8,3	8,5	8,6	8,8	9,0	9,1	9,3	9,5	9,6
	МОС50	5,47	5,58	5,69	5,81	5,92	6,01	6,15	6,26	6,38	6,49	6,61	6,72
	МОС75	2,68	2,73	2,78	2,84	2,89	2,95	3,00	3,05	3,11	3,16	3,22	3,27
	ПОС.выд.	8,7	8,9	9,1	9,2	9,4	9,5	9,7	9,9	10,0	10,2	10,3	10,5
	СОС25-75	4,80	4,88	4,96	5,5	5,13	5,22	5,30	5,38	5,47	5,55	5,64	5,72
	ОЕЛ	5,99	6,15	6,31	6,47	6,62	6,78	6,94	7,10	7,25	7,41	7,57	7,73
	ФОЕ	3,04	3,12	3,20	3,28	3,36	3,44	3,53	3,61	3,68	3,76	3,84	3,92
	ООЛ	1,28	1,32	1,36	1,41	1,45	1,49	1,53	1,57	1,62	1,66	1,70	1,74
	ООЛ/ОЕЛ	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9
19	ЖЕЛ	4,80	4,91	5,03	5,15	5,26	5,38	5,49	5,61	5,73	5,84	5,96	6,07
	ФЖЕЛ	4,65	4,77	4,88	5,00	5,12	5,23	5,35	5,46	5,58	5,70	5,81	5,93
	ОФВ1	4,08	4,16	4,25	4,31	4,42	4,51	4,59	4,68	4,77	4,85	4,94	5,02
	ОФВ1/ЖЕЛ	85,5	85,4	85,3	85,2	85,1	85,0	84,9	84,8	84,7	84,6	84,5	84,4
	МОС25	7,9	8,1	8,3	8,4	8,6	8,8	8,9	9,1	9,3	9,4	9,6	9,8
	МОС50	5,56	5,67	5,79	5,90	6,01	6,13	6,24	6,36	6,47	6,59	6,70	6,81
	МОС75	2,69	2,74	2,80	2,85	2,91	2,96	3,01	3,07	3,12	3,18	3,23	3,28
	ПОС выд	8,9	9,0	9,2	9,3	9,5	9,7	9,8	10,0	10,1	10,3	10,5	10,6
	СОС 25-75	4,84	4,92	5,01	5,09	5,18	5,26	5,31	5,43	5,51	5,60	5,68	5,76
	ОЕЛ	6,13	6,29	6,44	6,60	6,76	6,92	7,8	7,24	7,39	7,55	7,71	7,87
	ФОЕ	3,11	3,19	3,27	3,35	3,43	3,51	3,59	3,67	3,75	3,83	3,91	3,99
	ООЛ	1,33	1,38	1,42	1,46	1,50	1,54	1,51	1,63	1,67	1,71	1,75	1,80
	ООЛ/ОЕЛ	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3
20	ЖЕЛ	4,88	5,00	5,12	5,23	5,35	5,46	5,58	5,70	5,81	5,93	6,04	6,16
	ФЖЕЛ	4,73	4,85	4,96	5,08	5,20	5,31	3,43	5,54	5,66	5,78	5,89	6,01
	ОФВ1	4,12	4,21	4,29	4,38	4,46	4,55	4,64	4,72	4,81	4,89	4,98	5,07
	ОФВ1/ЖЕЛ	85,0	84,9	84,8	84,7	84,6	84,5	84,4	84,3	84,2	84,1	84,0	83,9
	МОС25	8,1	8,2	8,4	8,6	8,7	8,9	9,1	9,2	9,4	9,6	9,7	9,9
	МОС50	5,65	5,77	5,88	5,99	6,11	6,22	6,34	6,45	6,56	6,68	6,79	6,91
	МОС75	2,70	2,76	2,81	2,87	2,92	2,97	3,03	3,08	3,14	3,19	3,24	3,30
	ПОС выд	9,0	9,2	9,3	9,5	9,6	9,8	10,0	10,1	10,3	10,4	10,6	10,8
	СОС 25-75	4,88	4,97	5,05	5,13	5,22	5,30	5,39	5,47	5,55	5,64	5,72	5,81
	ОЕЛ	6,27	6,42	6,58	6,74	6,90	7,06	7,22	7,37	7,53	7,69	7,85	8,01
	ФОЕ	3,18	3,26	3,34	3,42	3,50	3,58	3,66	3,74	3,82	3,90	3,98	4,06
	ООЛ	1,39	1,43	1,47	1,512	1,55	1,60	1,64	1,68	1,72	1,76	1,81	1,85
	ООЛ/ОЕЛ	22,6	22,6	22,6	2,6	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6
	Рост (см)	174	176	178	180	182	184	186	188	190	192	194	196



**Показатели должных величин для лёгочных объемов
и показателей форсированного выдоха по Клементу Р.Ф. и соавт.,
1985 Женщины - рост 140 -162 см**

Воз- раст	Рост (см) Показате- ли	140	142	144	146	148	150	152	154	156	158	160	162
16	ЖЕЛ	2,59	2,67	2,75	2,82	2,90	2,97	3,05	3,13	3,20	3,28	3,35	3,43
	ФЖЕЛ	2,56	2,56	2,71	2,79	2,86	2,94	3,02	3,09	3,17	3,24	3,32	3,40
	ОФВ1	2,39	2,39	2,50	2,56	2,62	2,68	2,74	2,79	2,85	2,91	2,97	3,03
	ОФВ1/ЖЕЛ	89,7	89,5	89,4	89,3	89,1	89,0	88,9	88,7	88,6	88,5	88,3	88,2
	МОС25	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1
	МОС50	3,75	3,82	3,89	3,96	4,03	4,10	4,17	4,24	4,31	4,38	4,45	4,52
	МОС70	2,14	2,16	2,19	2,22	2,24	2,27	2,29	2,32	2,35	2,37	2,40	2,42
	ПОС.выд.	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6
	СОС 25-75	3,30	3,35	3,41	3,47	3,52	3,58	3,63	3,69	3,75	3,80	3,86	3,91
	ОЕЛ	3,29	3,39	3,50	3,60	3,71	3,82	3,92	4,03	4,13	4,24	4,35	4,45
	ФОЕ	1,63	1,69	1,74	1,79	1,85	1,90	1,96	2,01	2,06	2,12	2,17	2,23
	ООЛ	0,69	0,72	0,75	0,78	0,81	0,84	0,87	0,90	0,93	0,96	0,99	1,02
	ООЛ/ОЕЛ	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3
17	ЖЕЛ	2,62	2,70	2,77	2,85	2,93	3,00	3,08	3,15	3,23	3,31	3,38	3,46
	ФЖЕЛ	2,58	2,66	2,73	2,81	2,88	2,96	3,04	3,11	3,19	3,26	3,34	3,42
	ОФВ1	2,40	2,46	2,52	2,58	2,63	2,69	2,75	2,81	2,87	2,92	2,98	3,04
	ОФВ1/ЖЕЛ	89,4	89,2	89,1	89,0	88,8	88,7	88,6	88,4	88,3	88,2	88,0	87,9
	МОС25	5,2	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,8	5,9	6,0	6,1
	МОС50	3,77	3,84	3,91	3,98	4,05	4,12	4,19	4,26	4,33	4,40	4,47	4,54
	МОС75	2,14	2,17	2,20	2,22	2,25	2,28	2,30	2,33	2,35	2,38	2,41	2,43
	ПОС.выд	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,5	6,6
	СОС 25-75	3,31	3,36	3,42	3,47	3,53	3,59	3,64	3,70	3,75	3,81	3,87	3,92
	ОЕЛ	3,35	3,45	3,56	3,66	3,77	3,88	3,98	4,09	4,19	4,30	4,41	4,51
	ФОЕ	1,66	1,72	1,770	1,82	1,88	1,93	1,99	2,04	2,09	2,15	2,20	2,26
	ООЛ	0,72	0,75	,78	0,82	0,85	0,87	0,90	0,93	0,96	0,99	1,02	1,05
	ООЛ/ОЕЛ	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6
18	ЖЕЛ	2,65	2,73	2,80	2,88	2,96	3,03	3,11	3,18	3,26	3,34	3,41	3,49
	ФЖЕЛ	2,60	2,68	2,75	2,83	2,91	2,98	3,06	3,13	3,21	3,29	3,36	3,44
	ОФВ1	2,42	2,47	2,53	2,59	2,65	2,71	2,76	2,82	2,88	2,94	3,00	3,05
	ОФВ1/ЖЕЛ	89,1	88,9	88,8	88,7	88,5	88,4	88,3	88,1	88,0	87,9	87,7	87,6
	МОС25	5,2	5,3	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	5,9	6,0	6,1
	МОС50	3,79	3,86	3,93	4,00	4,07	4,14	4,21	4,28	4,35	4,42	4,49	4,56
	МОС75	2,15	2,18	2,20	2,23	2,26	2,28	2,31	2,33	2,36	2,39	2,416	2,44
	ПОС.выд.	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	,6	6,7
	СОС25-75	3,31	3,37	3,42	3,48	3,54	3,59	3,65	3,70	3,76	3,82	3,87	3,93
	ОЕЛ	3,41	3,51	3,62	3,72	3,83	3,94	4,04	4,15	4,25	4,36	4,47	4,57
	ФОЕ	1,69	1,75	1,80	1,85	1,91	1,96	2,02	2,07	2,12	2,18	2,23	2,29
	ООЛ	0,56	0,79	0,82	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97	1,0	1,03	1,06	1,09
	ООЛ/ОЕЛ	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9
19	ЖЕЛ	2,68	2,76	2,83	2,91	2,98	3,06	3,14	3,21	3,29	3,36	3,44	3,52
	ФЖЕЛ	2,622	2,70	2,77	2,85	2,93	3,00	3,08	3,15	3,23	3,31	3,38	3,46
	ОФВ1	,43	2,49	2,55	2,60	2,66	2,72	2,78	2,84	2,89	2,95	3,01	3,07
	ОФВ1/ЖЕЛ	88,8	88,7	88,5	88,4	88,3	88,1	88,0	87,9	87,7	87,6	87,5	87,3
	МОС25	5,2	5,3	5,4	5,5	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,1
	МОС50	3,81	3,88	3,95	4,02	4,09	4,16	4,23	4,30	4,37	4,44	4,51	4,58
	МОС75	2,16	2,19	2,21	2,24	2,26	2,29	2,32	2,34	2,37	2,39	2,42	2,44
	ПОС выд	5,7	5,8	5,9	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7
	СОС 25-75	3,32	3,38	3,43	3,49	3,54	3,60	3,65	3,71	3,77	3,82	3,82	3,94
	ОЕЛ	3,47	3,57	3,68	3,78	3,89	4,00	4,10	4,21	4,31	4,42	4,42	4,63
	ФОЕ	1,72	1,78	1,83	1,88	1,94	1,99	2,05	2,10	2,15	2,21	2,21	2,32



Воз- раст	Рост (см) Показате- ли	140	142	144	146	148	150	152	154	156	158	160	162
	ООЛ	0,79	0,82	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97	1,00	1,03	1,06	1,06	1,12
	ООЛ/ОЕЛ	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3
20	ЖЕЛ	2,71	2,79	2,86	2,94	3,01	3,09	3,17	3,24	3,32	3,39	3,47	3,55
	ФЖЕЛ	2,64	2,72	2,80	2,87	2,95	3,02	3,10	3,18	3,25	3,33	3,40	3,48
	ОФВ1	2,44	2,50	2,56	2,62	2,68	2,73	2,79	2,85	2,91	2,97	3,02	3,08
	ОФВ1/ЖЕЛ	88,5	88,4	88,2	88,1	88,0	87,8	87,7	87,6	87,4	87,3	87,2	87,0
	МОС25	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2
	МОС50	3,83	3,90	3,97	4,04	4,11	4,18	4,25	4,32	4,39	4,46	4,53	4,60
	МОС75	2,17	2,19	2,22	2,24	2,27	2,30	2,32	2,35	2,37	2,40	2,43	2,45
	ПОС выд	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,4	6,5	6,6	6,7
	СОС 25-75	3,33	3,38	3,44	3,49	3,55	3,61	3,66	3,72	3,77	3,83	3,89	3,94
	ОЕЛ	3,53	3,63	3,74	3,84	3,95	4,06	4,16	4,27	4,37	4,48	4,59	4,69
	ФОЕ	1,75	1,81	1,86	1,91	1,97	2,02	2,08	2,13	2,18	2,24	2,29	2,35
	ООЛ	0,82	0,85	0,88	0,912	0,94	0,97	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15
	ООЛ/ОЕЛ	24,6	24,6	24,6	4,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6
	Воз- раст	Рост (см)	140	142	144	146	148	150	152	154	156	158	160

Таблица 32

**Показатели должных величин для лёгочных объемов
и показателей форсированного выдоха по Клементу Р.Ф. и соавт.,
1985 г. Женщины – продолжение - рост 164-186 см**

Воз- раст	Рост (см) Показате- ли	164	166	168	170	172	174	176	178	180	182	184	186
16	ЖЕЛ	3,51	3,58	3,66	3,73	3,81	3,89	3,96	4,01	4,11	4,19	4,27	4,34
	ФЖЕЛ	3,47	3,55	3,62	3,70	3,78	3,85	3,93	4,00	4,08	4,16	4,23	4,31
	ОФВ1	3,08	3,14	3,20	3,26	3,32	3,37	3,43	3,49	3,55	3,61	3,66	3,72
	ОФВ1/ЖЕ	88,1	87,9	87,8	87,7	87,5	87,4	87,3	87,1	87,0	86,8	86,7	86,6
	Л	6,2	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	6,9	7,0	7,1
	МОС25	4,59	4,66	4,73	4,80	4,87	4,94	5,01	5,08	5,15	5,22	5,29	5,36
	МОС50	2,45	2,48	2,50	2,53	2,55	2,58	2,61	2,63	2,66	2,68	2,71	2,74
	МОС70	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,6	7,7
	ПОС.выд.	3,97	4,03	4,08	4,14	4,12	4,25	4,31	4,36	4,42	4,47	4,53	4,59
	СОС 25-75	4,56	4,66	3,77	4,88	4,89	5,09	5,19	5,30	5,41	5,51	5,62	5,72
	ОЕЛ	2,28	2,33	2,39	2,44	2,50	2,55	2,60	2,66	2,71	2,77	2,82	2,87
	ФОЕ	1,05	1,08	1,11	1,14	1,17	1,20	1,23	1,26	1,29	1,32	1,35	1,38
	ООЛ	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3
	ООЛ/ОЕЛ												
17	ЖЕЛ	3,53	3,61	3,69	3,76	3,843	3,91	3,99	4,07	4,14	4,22	4,29	4,37
	ФЖЕЛ	4,79	3,57	3,64	3,72	,80	3,87	3,95	4,03	4,10	4,18	4,25	4,33
	ОФВ1	3,10	3,16	3,21	3,27	3,33	3,39	3,45	3,50	3,56	3,62	3,68	3,74
	ОФВ1/ЖЕ	87,8	87,6	87,5	87,4	87,2	87,1	87,0	86,8	86,7	86,6	86,4	86,3
	Л	6,2	6,3	6,4	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	7,0	7,1
	МОС25	4,61	4,68	4,75	4,82	4,89	4,96	5,03	5,10	5,17	5,24	5,31	5,38
	МОС50	2,46	2,48	2,51	2,54	2,56	2,59	2,61	2,64	2,67	2,69	2,72	2,74
	МОС75	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8
	ПОС.выд	3,98	4,03	4,09	4,14	4,20	4,26	4,31	4,37	4,42	4,48	4,54	4,59
	СОС 25-75	4,62	4,72	4,83	4,94	5,04	5,15	5,25	5,36	5,47	5,57	5,68	5,78
	ОЕЛ	2,31	2,36	2,42	2,47	2,53	2,58	2,63	2,69	2,74	2,80	2,85	2,90
	ФОЕ	1,09	1,12	1,14	1,17	1,20	1,23	1,26	1,29	1,33	1,36	1,38	1,41
	ООЛ	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6
	ООЛ/ОЕЛ												



Воз- раст	Рост (см) Показате- ли	164	166	168	170	172	174	176	178	180	182	184	186
18	ЖЕЛ	3,56	3,64	3,72	3,79	3,87	3,91	4,02	4,10	4,17	4,25	4,32	4,40
	ФЖЕЛ	3,51	3,59	3,67	3,74	3,82	3,89	3,97	4,05	4,12	4,20	4,27	4,35
	ОФВ1	3,11	3,17	3,23	3,29	3,34	3,40	3,46	3,52	3,58	3,63	3,69	3,75
	ОФВ1/ЖЕ	87,5	87,3	87,2	87,1	86,9	86,8	86,7	86,5	86,4	86,3	86,1	86,0
	Л	6,2	6,3	6,4	6,5	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2
	МОС25	4,63	4,70	4,77	4,84	4,91	4,98	5,05	5,12	5,19	5,26	5,33	5,40
	МОС50	2,46	2,49	2,52	2,54	2,57	2,59	2,62	2,65	2,67	2,70	2,72	2,75
	МОС75	6,8	6,9	7,0	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8
	ПОС.выд.	3,98	4,04	4,10	4,15	4,21	4,26	4,32	4,38	4,43	4,49	4,54	4,60
	СОС25-75	4,68	4,78	4,89	5,00	5,10	5,21	5,31	5,42	5,53	5,63	5,74	5,84
	ОЕЛ	2,34	2,39	2,45	2,50	2,561	2,61	2,66	2,72	2,77	2,83	2,88	2,93
	ФОЕ	1,12	1,15	1,18	1,21	,24	1,27	1,30	1,33	1,36	1,39	1,42	1,45
	ООЛ	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9
	ООЛ/ОЕЛ												
19	ЖЕЛ	3,59	3,67	3,74	3,82	3,90	3,97	4,03	4,13	4,20	4,28	4,35	4,43
	ФЖЕЛ	3,54	3,61	3,69	3,76	3,84	3,92	3,99	4,07	4,14	4,22	4,30	4,37
	ОФВ1	3,13	3,18	3,24	3,30	3,36	3,42	3,47	3,53	3,59	3,65	3,71	3,76
	ОФВ1/ЖЕ	87,2	87,1	86,9	86,8	86,6	86,5	86,4	86,2	86,1	86,0	85,8	85,7
	Л	6,2	6,3	6,45	6,5	6,6	6,7	6,7	6,8	6,9	7,05	7,1	7,2
	МОС25	4,65	4,72	4,79	4,86	4,93	5,002	5,07	5,14	5,21	5,28	5,35	5,42
	МОС50	2,47	2,50	2,52	2,55	2,58	,60	2,63	2,63	2,68	2,70	2,73	2,76
	МОС75	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,5	7,6	7,7	7,8
	ПОС выд	3,99	4,05	4,10	4,16	4,21	4,27	4,33	4,38	4,44	4,49	4,55	4,61
	СОС 25-75	4,74	4,84	4,95	5,06	5,16	5,27	5,37	5,48	5,59	5,69	5,80	5,90
	ОЕЛ	2,37	2,42	2,48	2,53	2,59	2,64	2,69	2,75	2,80	2,86	2,91	2,96
	ФОЕ	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27	1,30	1,33	1,36	1,39	1,42	1,45	1,48
	ООЛ	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3
	ООЛ/ОЕЛ												
20	ЖЕЛ	3,62	3,70	3,77	3,85	3,93	4,00	4,08	4,15	4,23	4,31	4,38	4,46
	ФЖЕЛ	3,56	3,63	3,71	3,78	3,86	3,94	4,01	4,09	4,16	4,24	4,32	4,39
	ОФВ1	3,14	3,20	3,26	3,31	3,37	3,43	3,49	3,53	3,60	3,66	3,72	3,78
	ОФВ1/ЖЕ	86,9	86,8	86,66	86,5	86,4	86,2	86,1	86,0	85,8	85,7	85,6	85,4
	Л	6,2	6,3	,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2
	МОС25	4,67	4,74	4,81	4,88	4,95	5,2	5,09	5,16	5,23	5,30	5,37	5,44
	МОС50	2,48	2,50	2,53	2,56	2,58	2,61	2,63	2,66	2,69	2,71	2,74	2,76
	МОС75	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9
	ПОС выд	4,00	4,05	4,11	4,17	4,22	2,48	4,33	4,39	4,45	4,50	4,56	4,61
	СОС 25-75	4,80	4,90	5,01	5,12	5,22	5,33	5,43	5,54	5,65	5,75	5,86	5,96
	ОЕЛ	2,40	2,45	2,51	2,56	2,62	2,67	2,72	2,78	2,83	2,88	2,94	2,99
	ФОЕ	1,18	1,21	1,24	1,27	1,30	1,33	1,36	1,39	1,42	1,45	1,48	1,51
	ООЛ	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6
	ООЛ/ОЕЛ												
Воз- раст	Рост (см)	164	166	168	170	172	174	176	178	180	182	184	186



ДЛЯ ЗАМЕТОК



ДЛЯ ЗАМЕТОК



Учебное издание

Квашнина Светлана Ивановна
Фатеева Надежда Михайловна
Антипова Алена Николаевна

**МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ
ПОДХОДЫ К РАСЧЕТУ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ
И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Редактор *Г. Б. Мальцева*

Подписано в печать 05.04.2012. Формат 60x90 1/16. Усл. печ. л. 4,1.
Тираж 100 экз. Заказ № 155 .

Библиотечно-издательский комплекс
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего профессионального образования
«Тюменский государственный нефтегазовый университет».
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.

