

КРАЕВОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
РУБЦОВСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ КОЛЛЕДЖ

**Методическая разработка**  
*учебного занятия по математике*  
*«Жизненная емкость легких»*

Подготовил:  
преподаватель математики  
Карасева И.А.

г. Рубцовск, 2020 г.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ТЕМЫ

Учебная дисциплина / профессиональный модуль Математика

Специальность Лечебное дело

Курс 1 Семестр 1

Тема: Жизненная емкость легких

Содержание:

1. Понятие ЖЕЛ
2. Характеристики ЖЕЛ

Форма занятия

Занятия	Количество часов
Семинар	2

Цели:

1. Образовательные:

- Ввести понятие ЖЕЛ
- Научить применять формулы при выполнении упражнений.
- Развивать умения анализировать, обобщать и систематизировать знания по пройденным темам и использовать их при выполнении упражнений.

Студент должен уметь: использовать теоретический материал для выполнения практических заданий и задач

Студент должен знать: понятие ЖЕЛ, его характеристики.

2. Развивающие: Способствовать развитию логического мышления; развивать память; развивать умения правильно обобщить данные и сделать вывод; развивать умение выделить главные свойства; развивать умение сравнивать обобщать, анализировать; развивать умение составлять план и пользоваться им; развивать умение сопоставлять факты и события.

Формирующие компетенции:

ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7

Междисциплинарные связи:

Обеспечиваемые- физика, анатомия

Обеспечение занятия:

1. Технические средства обучения: мультимедийная установка

2. Интернет-ресурсы:

<http://siblec.ru> - Справочник по Высшей математике

Структура и содержание занятий темы

### 1. Семинарское занятие

Тип: занятие изучения нового учебного материала

Вид занятия: смешанный

№	Этап занятия	Время	Содержание этапа	Деятельность	
				преподавателя	студента
1	Организационный этап	3-4	Объявление темы, цели занятия	Приветствует студентов, организует внимание, сообщает тему и цель занятия	Приветствуют преподавателя, готовятся к занятию. Записывают тему занятия
			Оценка	Проверяют	Участвуют в

			готовности аудитории и студентов	присутствующих, наличие халатов и т.д.	перекличке
			Характеристика порядка проведения семинара	Объясняет порядок проведения семинара	Внимательно слушают, задают вопросы
2	Основной этап	80-82	Актуализация и мотивация деятельности студентов	Объясняет значимость темы для профессиональной деятельности	Слушают, задают вопросы
			Изложение плана семинара и рекомендуемых источников	Излагает план семинара. Перечисляет рекомендуемые источники информации	Записывают
			Изложение содержания семинара (конспект прилагается)	Излагает материал семинара. По ходу задает вопросы для выявления уровня базовых знаний и/или активации внимания (печень вопросов) Организует обсуждение проблемных моментов.	Внимательно слушают, смотрят презентацию. Составляют конспект семинара. Участвуют в обсуждении
3	Заключительный этап	5-6	Обобщение, выводы	Анализ достижений цели. Оценка работы студентов	Слушают, анализируют, оценивают свою работу
			Ответы на вопросы студентов	Отвечает на вопросы студентов, дает необходимые объяснения трудных вопросов	Задают вопросы, слушают ответы
			Задания для самостоятельной работы	Объяснение содержания самостоятельной работы	Слушают, записывают задание, задают вопросы
	Всего	90			

## Приложение 1 Теоретический материал.

### Жизненная емкость легких

**Артериальное давление** — давление крови на стенки артерий, изменяется в зависимости от фазы цикла сокращения сердца. Оно зависит от силы сокращения сердца, притока крови в артериальную систему, состояния стенок сосудов, вязкости крови и многих других факторов. Различают артериальное давление *систолическое* — СД (максимальное), *диастолическое*—ДД (минимальное) и *пульсовое*: ПД = СД — ДД. Вычисляют также *среднее динамическое давление*:  $СДД = ПД/3 + ДД$ .

**Газообмен в легких** — происходит в три этапа: 1) внешнее, или легочное, дыхание

— процесс обмена газами  $O_2$  и  $CO_2$  между легкими и атмосферой; 2) транспортировка газов кровью; 3) тканевое дыхание — газообмен в тканях, в результате чего потребляется кислород, образуется аденозинтрифосфат (АТФ) и углекислый газ. Иногда выделяют еще один, самый начальный этап дыхания — вентиляцию, т. е. движение газов между атмосферой и дыхательной поверхностью легких.

При вдохе легкие заполняются воздухом, который содержит 79% азота, 21% кислорода и 0,03% углекислого газа. Так как давление атмосферного воздуха равно 760 мм рт. ст., то при указанных концентрациях газов во вдыхаемом воздухе парциальное давление кислорода составляет около 159 мм рт. ст. (21% от 760), азота — около 600 мм рт. ст. (79% от 760), углекислого газа — около 0,2 мм рт. ст. (0,03% от 760).

Парциальным давлением газа называется та часть общего давления, которая приходится на долю этого газа в газовой смеси.

Мы делаем 1000 вдохов в час, 24 000 за сутки, 9 миллионов за год, а на протяжении жизни в среднем около 650 миллионов. При этом организм обрабатывает за 70 лет около тонны радикалов кислорода!

**Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)** - максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после максимального вдоха. ЖЕЛ равна сумме ДПО, ДО, РО. ЖЕЛ является показателем «растяжимости» легких и грудной клетки. Величина ЖЕЛ - 4000—5000 мл у мужчин и 2500—3300 мл у женщин. При нагрузке может увеличиваться за счет различных механизмов, в частности за счет повышения тонуса мышц, участвующих в акте дыхания.

**Диастолическое артериальное давление (ДАД)** характеризует давление в крупных артериальных сосудах во время *диастолы* сердца, ближе к ее завершению. Величина ДАД составляет 60-90 мм рт. ст. и зависит в основном от состояния тонуса стенок артериальных сосудов, определяющих *общее периферическое сопротивление сосудов*, и мало зависит от изменений ударного объема крови (УОК). ДАД при физических нагрузках чаще уменьшается, однако по абсолютным значениям - в значительно меньшей степени, чем изменяется САД.

**Дополнительный объем вдоха (ДПО)** — объем воздуха, который можно вдохнуть дополнительно при максимальном усилии после спокойного вдоха. Величина ДПО — 1800-2500 мл у мужчин и 1300-1600 мл у женщин. В динамике функционального состояния ДПО может изменяться в зависимости от изменений ДО.

**Дыхательный объем (ДО)** — объем воздуха, вдыхаемый при обычном, спокойном (не усиленном) вдохе и выдыхаемый при обычном, спокойном (не усиленном) выдохе. Дыхательный объем составляет в среднем 300-500 мл у взрослых мужчин и 300-400 мл у женщин. При нагрузке ДО может увеличиваться до 1500-2000 мл и 1300—1500 мл соответственно, за счет уменьшения *дополнительного объема вдоха и резервного объема выдоха*. Для расчетов относительных изменений вместо ДО используется показатель амплитуды дыхания (АД), в свою очередь, рассчитываемый из электрограммы экскурсии грудной клетки. Амплитуда дыхания равняется разности между максимумом вдоха и минимумом выдоха.

**Минутный объем крови (МОК)** — количество крови, перекачиваемое сердцем за одну минуту. МОК вычисляется как произведение УОК на частоту сердечных сокращений (ЧСС).

**Минутный объем легких (МОЛ)** — объем воздуха, проходящий через легкие в течение 1 минуты. Рассчитывается как произведение ЧДД и АД.

**Резервный объем выдоха (РО)** — максимальный объем воздуха, который человек может выдохнуть дополнительно после спокойного выдоха. Величина — 1300— 1800

мл у мужчин и 900-1300 мл у женщин.

**Систолическое артериальное давление (САД)** — давление, создаваемое сердцем в артериальном русле в момент *систо́лы* желудочков. САД является общей характеристикой работы сердечно-сосудистой системы. Величина САД зависит от состояния артериального сосудистого русла (его *общего периферического сопротивления*) и величины систолического выброса — *ударного объема крови*.

У человека в покое систолическое давление — 90—140 мм рт. ст. Его значение сильно зависит от индивидуальных особенностей человека, от его конституции, возраста, пола и т.д. У людей с астенической конституцией, как правило, САД несколько ниже, чем у людей с гиперстенической. С возрастом САД повышается. У мужчин САД несколько выше, чем у женщин. При физических нагрузках САД увеличивается в первую очередь за счет возрастания объема выбрасываемой крови и роста сопротивления сосудистого русла (сокращение гладких мышц сосудистой стенки — сужение диаметра периферических сосудов). Степень изменения САД при физических нагрузках отражает уровень резервных возможностей сердечно-сосудистой системы и пути ее адаптации. При нагрузке у здорового человека САД может достигать 160-200 мм рт. ст.

**Систолический (ударный) объем крови (УОК)** — объем крови, поступающий в аорту при одном сокращении сердца (*систо́ле*). УОК показывает величину сердечного выброса и является характеристикой производительности сердца как насоса.

Вычислительный способ определения ударного объема крови (УОК):

$$\text{УОК} = 90,97 + (0,54 \cdot (\text{САД} - \text{ДАД}) - (0,57 \cdot \text{ДАД}) - (0,61 \cdot \text{возраст})).$$

Величина УОК зависит от объема крови, поступившего в сердце во время *диастолы* и степени растяжения волокон миокарда (*закон Старлинга*), а также от влияний на силу сокращения со стороны *вегетативной нервной системы*. Положительное влияние на УОК оказывают гуморальные факторы, в частности, гормоны надпочечников: адреналин, норадреналин, дофамин. УОК зависит от возраста, пола, размеров сердца и степени тренированности к физическим нагрузкам.

Например, в покое в положении лежа у нетренированных молодых людей УОК составляет 80—95 мл (ЧСС — 60-80 уд./мин), у спортсменов — 100-120 мл (ЧСС — 40—45 уд./мин). Максимально систолический объем может достигать 180—200 мл.

Степень изменения УОК при физических нагрузках по сравнению с покоем отражает уровень резервных возможностей сердца. Ведущим механизмом увеличения УОК при физических нагрузках является усиление *симпатических* и снижение *парасимпатических* влияний.

При физических нагрузках вместе с ростом потребления кислорода возрастает и УОК, но до пределов, обеспеченных возможностями растяжимости и сократимости миокарда. При этом умеренные физические нагрузки могут вызывать большее увеличение УОК, чем значительные, поскольку при значительных нагрузках сильно возрастает ЧСС, что ведет к резкому снижению времени *диастолы* и кровенаполнения желудочков.

**Частота дыхательных "движений" (ЧДД)** — количество дыхательных циклов «вдох-выдох» за одну минуту. Средняя ЧДД в состоянии физического покоя — 12-16 в мин.

**Частота сердечных сокращений (ЧСС, частота пульса)** — число сокращений сердца в минуту. ЧСС является одной из основных характеристик состояния сердечно-сосудистой системы. Она различается в зависимости от возраста, пола и индивидуальных особенностей *симпатической* и *парасимпатической* регуляции

сердечно-сосудистой деятельности. ЧСС зависит от состояния самого сердца, процессов саморегуляции, системной и центральной регуляции и уровня нагрузки. Степень изменения ЧСС при физических нагрузках имеет, в определенных пределах, прямую зависимость от величины выполняемой нагрузки. Увеличение ЧСС при физических нагрузках определенного диапазона интенсивностей коррелирует с ростом потребления кислорода, связано с усилением симпатического влияния на сердце и отражает тренированность сердца.

В норме ЧСС у взрослого человека 60-80 в минуту. Увеличению ЧСС свыше 80 ударов в минуту (тахикардии) соответствует повышенная частота пульса (тахисфигмия). Уменьшению ЧСС менее чем 60 ударов в минуту (брадикардии) соответствует урежение пульса (брадисфигмия).

**Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)** — емкость легких, соответствующая максимальному объему воздуха, вдыхаемому или выдыхаемому данным человеком одновременно. Это один из показателей физического развития. ЖЕЛ может быть достаточно точно рассчитана исходя из основных антропометрических размеров грудной клетки. ЖЕЛ — это количество воздуха, которое индивидуум способен выдохнуть после максимально глубокого вдоха. Жизненная емкость легких измеряется с помощью спирометра. Обследуемый предварительно 2—3 раза делает глубокий вдох и выдох, а затем, сделав максимальный вдох, плотно берет в рот мундштук спирометра и, зажав свободной рукой нос, равномерно выдыхает воздух до отказа. Измерение проводится три раза, учитывается наибольший показатель.

ЖЕЛ зависит от пола, возраста, размеров тела, состояния тренированности.

Она бывает в следующих пределах: у мужчин — 3,5-5,0 л; у женщин — 2,5-4,0 л. У спортсменов эта величина может достигать: у мужчин 7,0 л и более, у женщин — 5,0 л и более. В отдельных случаях у людей очень высокого роста ЖЕЛ может достигать 9,0 л.

Существует вычислительный метод определения должной «нормальной» жизненной емкости легких, который заключается в следующем. Измерьте свой рост без обуви и массу без одежды (если I масса измерена в одежде, то ее следует уменьшить на 2 кг для мужчин и 1,5 кг для женщин, летом эта величина. Уменьшается примерно в два раза). А затем, подставив полученные значения в формулу, рассчитайте теоретический объем — жизненную емкость легких.

Расчетные формулы для должной жизненной емкости легких (I способ):

**Мальчики 8—12 лет**

ДЖЕЛ (л) = Рост (см) x 0,052 - Возраст (лет) x 0,022 - 4,6;

**Мальчики 13—16 лет**

ДЖЕЛ (л) = Рост (см) x 0,052 - Возраст (лет) x 0,022 - 4,2;

**Девочки 8—16 лет**

ДЖЕЛ (л) = Рост (см) x 0,041 - Возраст (лет) x 0,018 - 3,7;

**Взрослые мужчины**

ДЖЕЛ (л) = Рост (см) x 0,052 - Возраст (лет) x 0,022 - 3,6;

**Взрослые женщины**

ДЖЕЛ (л) = Рост (см) x 0,041 - Возраст (лет) x 0,018 - 2,68.

При исследовании деятельности дыхательной системы различают внешнее и внутреннее дыхание. Под внешним понимают происходящий через легочные капилляры газообмен между кровью и наружным воздухом, под внутренним — процессы, обеспечивающие газообмен между кровью и тканями организма, а также

окислительные процессы, идущие в тканях.

Для изучения дыхания используют такие методики:

1. Пневмография — запись дыхательных движений (оценка их ритма, частоты, амплитуды).
2. Спирометрия — определение объема легочного воздуха.
3. Измерение газообмена — определение величины поглощения организмом кислорода и выделения углекислоты, т.е. легочный газообмен.
4. Оксигеметрия — определение степени насыщения артериальной крови кислородом, т.е. степени артериализации крови, показателем которой является количество гемоглобина в крови, находящегося там в виде оксигемоглобина.

Нас в первую очередь интересуют показатели внешнего дыхания: ритм, частота и глубина дыхательных движений, минутный объем дыхания, легочная вентиляция, жизненная емкость легких. Рассмотрим метод спирометрии получения таких данных.

Создатель этого метода Гутчинсон разработал классификацию объемов легочного воздуха.

Согласно этой классификации, различают следующие объемы:

- дыхательный воздух (дыхательный объем, ДО) — объем воздуха, вдыхаемого и выдыхаемого при нормальных вдохе и выдохе; его величина/составляет 300—900 мл, этот объем является мерой глубины дыхания;
- дополнительный воздух (резервный объем вдоха,  $PO_{вд}$ ) — объем воздуха, вдыхаемого при максимально глубоком вдохе; его величина составляет 1500-2000 мл;
- резервный воздух (резервный объем выдоха,) - объем воздуха, выдыхаемого при максимально глубоком выдохе; его величина —1500-2000 мл, резервный воздух поддерживает легкие в определенной степени расширения;
- остаточный воздух (остаточный объем легких, ООЛ) - объем воздуха, остающегося в легких после максимального выдоха. Его объем у здорового мужчины среднего возраста составляет 1000-1500 мл, возрастая к старости до 2000-2500 мл. Он может быть измерен у человека методом ингаляции (вдыхания) индифферентных газов. Объем максимального выдоха, произведенного после максимального вдоха, называется жизненной емкостью легких (ЖЕЛ) и представляет собой сумму

$$ЖЕЛ = ДО + PO_{вд} + PO_{выд} \quad (\text{II способ})$$

Для мужчины среднего роста ЖЕЛ варьирует в пределах 3500—5000 мл и более, для женщин характерны и более низкие значения (на 25% меньше).

Сумма ЖЕЛ и ООЛ составляет общую емкость легкого (ОЕЛ), характеризующую степень анатомического развития органа. Ориентировочно должные величины ЖЕЛ (мл) можно получить, умножая рост мужчины на 25, женщины — на 20 (III способ).

Рассмотренные легочные объемы можно определить Ж с помощью спирометров, водного или сухого, этот способ к на занятиях по математике не используется из-за отсутствия оборудования.

Жизненную емкость легких можно определить по I готовым таблицам (IV способ):

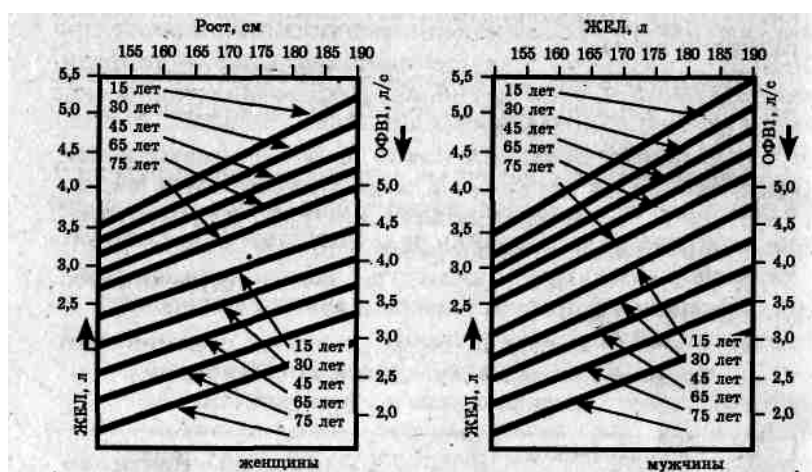
Средние величины жизненной емкости легких у школьников и студентов

Возраст (в годах)	Жизненная емкость легких (л)		Возраст (в годах)	Жизненная емкость легких (л)	
	Мальчики	Девочки		Мальчики	Девочки
7	1,4	1,3	16	3,8	2,8

8	1,5	1,3	17	3,9	2,9
9	1,7	1,5	18	4,1	3,0
10	2,0	1,7	19	4,2	3Д
11	2,1	1,8	20	4,3	3,3
12	2,2	2,0	21	4,5	3,4
13	2,3	2,2	22	4,6	3,5
14	2,8	2,5	23	4,7	3,5
15	3,3	2,7	24	4,8	3,6

Иногда используется Метод «грубой» оценки соответствия ЖЕЛ возрасту и росту обследуемого по номограмме (V способ). Измерение производится следующим образом: провести вертикальную линию от значения роста испытуемого до пересечения с наклонной линией, соответствующей возрасту пациента верхней части соответствующей номограммы, провести влево горизонтальную линию до шкалы ЖЕЛ и записать полученное значение должного ЖЕЛ.

ОФВ1 — объем форсированного выдоха, величина показателя ЖЕЛ должна быть больше или равна ОФВ1.



Мерилом легочной вентиляции является минутный объем дыхания (МОД):

$МОД = ДО \times ЧД$ , где ЧД — частота дыхания (количество вдохов/выдохов в минуту).

Частота дыхания у нормального здорового человека варьирует от 8 до 28 циклов в минуту, возрастая при работе до 40.

При относительном покое взрослый человек совершает примерно 16 дыхательных движений в 1 минуту.

Во вдыхаемом воздухе содержится:

- 20,97% кислорода,
- около 79% азота,
- примерно 0,03% углекислого газа,
- небольшое количество водяных паров и инертных газов.

Процентный состав выдыхаемого воздуха иной: — кислорода в нем остается около 16%, — количество углекислого газа возрастает до 4%.

Часто подсчет дыхательных движений производится путем визуального наблюдения за дыхательными экскурсиями грудной клетки. МОД в покое у взрослого человека составляет 5—9 л.

Вычислительный способ определения ударного объема крови (УОК):

$УОК = 90,97 + (0,54 \cdot (САД - ДАД) - (0,57 \cdot ДАД) - (0,61 \cdot \text{возраст}))$ , где

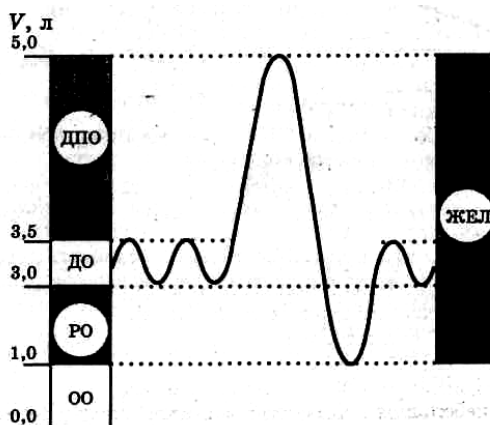


систолический (ударный) объем крови (УОК) — объем крови, поступающий в аорту при одном сокращении сердца (систоле); САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление.

**Минутный объем крови (МОК)** — количество крови, перекачиваемое сердцем за одну минуту. МОК вычисляется как произведение УОК на ЧСС. Для взрослого человека приблизительно равен 5 л.

$МОК = УОК \cdot ЧСС$ , где ЧСС — частота сердечных сокращений (пульс).

На рисунке показана схема легочных объемов человека.



Обозначения: ЖЕЛ — жизненная емкость легких; ДПО — дополнительный объем вдоха; ДО — дыхательный объем; РО — резервный объем выдоха; ОО — остаточный объем легких.

Рассмотрим пример вычисления ЖЕЛ разными способами:

Предположим, что мы обследуем женщину 30 лет, ее рост 165 см, вес 60 кг.

Определяем жизненную емкость лёгких разными способами:

- 1)  $ЖЕЛ = Рост (см) \times 0,041 - Возраст (лет) \times 0,018 - 2,68 = 165 \cdot 0,041 - 30 \cdot 0,018 - 2,68 = 6,765 - 0,45 - 2,68 = 3,635$  (л);
- 2)  $ЖЕЛ = ДО + РО_{вд} + РО_{выд} = 500 + 1500 + 1500 = 3500$  мл = 3,5 л;
- 3)  $ЖЕЛ = Рост \cdot 20 = 165 \cdot 20 = 3300$  мл = 3,3 л;
- 4) По данным таблицы ЖЕЛ = 3,7 л;
- 5) По номограмме ЖЕЛ = 3,7 л.

Находим минутный объем дыхания:

$МОД = ДО \cdot ЧД = 500 \cdot 25 = 125000$  мл = 12,5 л.

Вычисляем показатели сердечной деятельности: ударный и минутный объемы крови.

$УОК = 90,97 + (0,54 \cdot (САД - ДАД)) - (0,57 \cdot ДАД) - (0,61 \cdot возраст) = 90,97 + 0,54 \cdot (120 - 80) - 0,57 \cdot 80 - 0,61 \cdot 30 = 48,67$  мл;

$МОК = УОК \cdot ЧСС = 48,67 \cdot 70 = 3406,9$  мл = 3,4 л.

## Приложение 2.

Задача для самостоятельной работы: обследуется женщина 30 лет, ее рост 175 см, вес 70 кг. Определите жизненную емкость легких, минутный объем дыхания, показатели сердечной деятельности: ударный и минутный объемы крови. Результаты занесите в таблицу.

Сокращенное название показателя	Численное значение показателя
ЖЕЛ (I способ), мл	
ЖЕЛ (II способ), мл	
ЖЕЛ (III способ), мл	
ЖЕЛ (IV способ), мл	
ЖЕЛ (V способ), мл	
МОД, мл	
УОК, мл	
МОК/, мл	