

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

Тема: Загрязнение воздуха (приземный озон, PM 2.5, NO₂) и его влияние на заболеваемость и смертность

Продолжительность: 90 минут

Форма проведения: Анализ данных мониторинга, ситуационные задачи

1. ЦЕЛИ ЗАНЯТИЯ

Цель:

Сформировать у студентов практические навыки оценки влияния загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения, интерпретации данных экологического мониторинга и разработки профилактических мероприятий для пациентов из групп риска.

Задачи:

1. Изучить основные загрязнители атмосферного воздуха, их источники и механизмы воздействия на организм человека.
2. Научиться интерпретировать данные мониторинга качества воздуха (PM 2.5, PM 10, NO₂, озон).
3. Освоить методы оценки риска для здоровья на основе данных о загрязнении воздуха.
4. Разработать алгоритмы профилактического консультирования пациентов в условиях загрязненного воздуха.

2. СТУДЕНТ ДОЛЖЕН

Знать:

- Основные загрязнители атмосферного воздуха (PM 2.5, PM 10, NO₂, SO₂, CO, приземный озон, бензол, формальдегид) и их источники.
- Механизмы воздействия загрязнителей на сердечно-сосудистую, респираторную и другие системы организма.
- Критерии оценки качества воздуха (индекс качества воздуха AQI, среднесуточные и среднегодовые предельно допустимые концентрации).
- Группы населения, наиболее уязвимые к загрязнению воздуха.
- Принципы климатически информированного консультирования пациентов.

Уметь:

- Интерпретировать данные мониторинга качества воздуха.
- Оценивать риск для здоровья в зависимости от уровня загрязнения воздуха.
- Выявлять пациентов из групп риска (дети, пожилые, пациенты с хроническими заболеваниями).

- Разрабатывать индивидуальные планы профилактики для пациентов с респираторными и сердечно-сосудистыми заболеваниями.
- Консультировать пациентов о поведении в условиях загрязненного воздуха.

Владеть:

- Навыками работы с данными мониторинга качества воздуха (AQI, концентрации в мкг/м³).
- Методами оценки риска для здоровья на основе экологических данных.
- Навыками климатически информированного профилактического консультирования.
- Навыками разработки памяток и планов действий для пациентов.

3. СТРУКТУРА ЗАНЯТИЯ (90 минут)

Этап	Продолжительность	Содержание
1. Организационный момент	5 мин	Приветствие, проверка присутствия, объявление темы, целей и плана занятия
2. Вводная часть (актуализация знаний)	10 мин	Краткий опрос по материалу предыдущего занятия и лекций. Обсуждение: "Какое загрязнение воздуха вы наблюдаете в своем городе?"
3. Блок информации для студентов	20 мин	Мини-лекция по основным загрязнителям воздуха, источникам, механизмам воздействия на здоровье.
4. Анализ данных мониторинга	25 мин	Студенты получают реальные данные о качестве воздуха (из открытых источников или смоделированные) и выполняют задания по их интерпретации.
5. Решение ситуационных задач	20 мин	Студенты работают в малых группах над клиническими кейсами.
6. Обсуждение и обратная связь	8 мин	Преподаватель резюмирует решения, акцентирует ключевые моменты, отвечает на вопросы.
7. Заключительная часть	2 мин	Подведение итогов, контрольные вопросы, домашнее задание.

4. БЛОК ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

4.1. Основные загрязнители атмосферного воздуха: источники и механизмы воздействия

4.1.1. Взвешенные частицы (PM 2.5 и PM 10)

Определение:

- **PM 10** — частицы диаметром менее 10 мкм (вдыхаемые).
- **PM 2.5** — частицы диаметром менее 2,5 мкм (тонкодисперсные, проникают в альвеолы и кровоток).
- **PM 0.1** — ультратонкие частицы (проникают через гематоэнцефалический барьер).

Источники:

Тип	Источники
Первичные (прямые выбросы)	Сжигание ископаемого топлива (уголь, дизель, бензин), промышленные процессы, строительство, сжигание биомассы, дорожная пыль, износ шин и тормозных колодок
Вторичные (образуются в атмосфере)	Химические реакции между SO ₂ , NO ₂ , NH ₃ и летучими органическими соединениями (VOCs) под действием солнечного света

Состав PM 2.5:

- Сульфаты, нитраты, аммоний
- Элементарный и органический углерод
- Тяжелые металлы (свинец, кадмий, мышьяк)
- Минеральная пыль
- Биологические компоненты (аллергены, бактерии, вирусы)

Механизмы воздействия на организм:

Система	Механизм	Клинические последствия
Дыхательная система	Повреждение эпителия дыхательных путей (окислительный стресс, воспаление), снижение мукоцилиарного клиренса, гиперсекреция слизи	Бронхиальная астма, ХОБЛ, бронхит, пневмония, рак легких
Сердечно-сосудистая система	Системное воспаление (повышение С-реактивного белка, фибриногена), окислительный стресс, повреждение эндотелия, дисфункция вегетативной нервной системы, гемоконцентрация	Артериальная гипертензия, ИБС, инфаркт миокарда, инсульт, аритмии, сердечная недостаточность
Нервная система	Окислительный стресс, нейровоспаление, повреждение	Когнитивные нарушения, деменция, болезнь

	гематоэнцефалического барьера (ультратонкие частицы)	Альцгеймера, болезнь Паркинсона, депрессия
Иммунная система	Иммуномодуляция, изменение цитокинового профиля, дисбаланс Th1/Th2	Повышенная восприимчивость к инфекциям, аутоиммунные заболевания
Репродуктивная система	Окислительный стресс, эндокринные нарушения	Снижение фертильности, осложнения беременности, низкий вес при рождении

Практический пример:

Исследования показывают, что при повышении концентрации РМ 2.5 на 10 мкг/м³:

- Риск инфаркта миокарда возрастает на 2,5% в течение 24 часов
- Риск госпитализации по поводу сердечной недостаточности возрастает на 1,8%
- Риск обострения астмы возрастает на 3-5%
- Общая смертность возрастает на 4-6%

Исторический пример:

Великий смог в Лондоне (1952 год) — одно из самых известных экологических бедствий в истории. В течение 5 дней (5-9 декабря) концентрация РМ 2.5 в Лондоне достигла 300-400 мкг/м³. Результат:

- 4 000 непосредственных смертей
- 12 000 дополнительных смертей в последующие недели и месяцы
- Десятки тысяч случаев обострения респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний
- Принятие первого в мире Закона о чистом воздухе (Clean Air Act 1956)

4.1.2. Диоксид азота (NO₂)

Определение:

NO₂ — газ красно-бурого цвета с характерным запахом. Один из основных загрязнителей атмосферного воздуха в городах.

Источники:

- Сжигание топлива в двигателях внутреннего сгорания (особенно дизельных)
- Тепловые электростанции
- Промышленные процессы
- Отопление зданий

Механизмы воздействия на организм:

1. Вызывает воспаление в дыхательных путях (увеличивает проницаемость эпителия)
2. Снижает функцию макрофагов (иммунодепрессия)
3. Повышает восприимчивость к респираторным инфекциям
4. Может усиливать действие аллергенов (повышает чувствительность)
5. Снижает функцию сурфактанта в альвеолах
6. Окислительный стресс

Клинические последствия:

- Обострение бронхиальной астмы (особенно у детей, снижает эффективность кортикостероидов)
- Повышение восприимчивости к респираторным инфекциям (грипп, пневмония)
- Хронический бронхит
- Снижение функции легких у детей
- Повышенный риск развития астмы у детей
- В долгосрочной перспективе: ХОБЛ, легочный фиброз

Цифры:

ВОЗ рекомендует среднегодовую концентрацию NO_2 не более 10 мкг/м^3 . В крупных городах концентрация NO_2 может достигать $50\text{-}100 \text{ мкг/м}^3$.

4.1.3. Приземный озон (O_3)

Определение:

Озон — газ бледно-голубого цвета с резким запахом. В стратосфере защищает от УФ-излучения, но в приземном слое является токсичным загрязнителем.

Источники:

Не выделяется напрямую, а образуется в атмосфере под действием солнечного света из:

- $\text{NO}_2 + \text{солнечный свет} \rightarrow \text{NO} + \text{O}$ (атомарный кислород)
- $\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$ (озон)

То есть, озон — это **вторичный загрязнитель**, концентрация которого увеличивается в солнечную погоду.

Механизмы воздействия на организм:

1. Повреждение эпителия дыхательных путей (в альвеолах и бронхиолах)
2. Окислительный стресс (повреждение клеточных мембран липидами)
3. Провоспалительный эффект (активация нейтрофилов, макрофагов)
4. Повышение проницаемости эпителия для аллергенов

5. Снижение функции сурфактанта
6. Снижение мукоцилиарного клиренса
7. Гиперреактивность дыхательных путей

Клинические последствия:

- Обострение бронхиальной астмы (один из наиболее сильных триггеров)
- Снижение легочной функции (ФЖЕЛ, ОФВ₁)
- Кашель, боль в груди, одышка
- Повышенная восприимчивость к респираторным инфекциям
- Хронический бронхит
- Длительное воздействие: ускоренное старение легких

Цифры:

ВОЗ рекомендует 8-часовую максимальную концентрацию озона не более 100 мкг/м³. В жаркую солнечную погоду в городах с высоким загрязнением NO₂ концентрация озона может достигать 200-300 мкг/м³.

Особенности:

- Озон является **летним загрязнителем** (максимальные концентрации в жаркие солнечные дни, особенно с мая по август)
- **Пик концентрации** приходится на послеобеденные часы (14:00-17:00)
- **Выше концентрация** в пригородах, чем в центре города (из-за ветра)

Практический пример:

В 1995 году во время аномальной жары в Чикаго, концентрация озона достигла 250-300 мкг/м³. За 3 дня в больницы поступило более 3 000 пациентов с обострением астмы и другими респираторными симптомами, что было в 4 раза выше обычного уровня.

4.1.4. Другие важные загрязнители

Загрязнитель	Основные источники	Механизм воздействия	Клинические последствия
SO₂	Сжигание угля и мазута, промышленные процессы	Раздражение слизистых, бронхоспазм, воспаление дыхательных путей	Обострение астмы, хронический бронхит, сердечно-сосудистые заболевания
CO	Сжигание топлива в двигателях внутреннего сгорания	Связывание с гемоглобином (образование карбоксигемоглобина), тканевая гипоксия	Головные боли, головокружение, стенокардия у пациентов с ИБС, инфаркт миокарда

Бензол	Сжигание топлива, промышленные процессы, табачный дым	Мутагенный и канцерогенный эффект, повреждение костного мозга	Лейкозы, апластическая анемия, иммуносупрессия
Формальдегид	Промышленные процессы, сжигание топлива, мебель (выделения)	Раздражение слизистых, мутагенный и канцерогенный эффект	Раздражение глаз и дыхательных путей, астма, лейкозы

4.2. Индекс качества воздуха (AQI — Air Quality Index)

Определение:

AQI (Индекс качества воздуха) — это показатель, используемый для информирования населения о качестве воздуха и потенциальных рисках для здоровья. AQI переводит концентрации различных загрязнителей в единую шкалу (обычно от 0 до 500), где более высокие значения означают худшее качество воздуха и больший риск для здоровья.

Система AQI (стандарт США — EPA):

Цвет (Категория)	AQI	Описание	Рекомендации
Зеленый (Хороший)	0-50	Качество воздуха удовлетворительное, риск незначительный	Можно проводить любые активности на открытом воздухе
Желтый (Удовлетворительный)	51-100	Качество приемлемое, но у очень чувствительных людей могут быть легкие симптомы	Очень чувствительным людям следует ограничить длительное пребывание на улице
Оранжевый (Вредный для чувствительных групп)	101-150	Может вызывать симптомы у чувствительных групп (дети, пожилые, пациенты с хроническими заболеваниями)	Чувствительным группам: ограничить длительные нагрузки на открытом воздухе
Красный (Вредный)	151-200	Может вызывать симптомы у всех, у чувствительных групп — серьезные проблемы	Всем: ограничить пребывание на открытом воздухе; чувствительным группам — избегать
Фиолетовый (Очень вредный)	201-300	Очень высокий риск для здоровья, серьезные симптомы у всех	Избегать пребывания на открытом воздухе всем!

Каштановый (Опасный)	301-500	Чрезвычайно высокий риск, массовые поражения	Чрезвычайные меры защиты, эвакуация, ношение масок N95
----------------------	---------	--	--

Соответствие AQI и концентрации PM 2.5 (24-часовое среднее):

Категория AQI	PM 2.5 (мкг/м³)	Комментарий
Хороший (0-50)	0-12	Соответствует норме ВОЗ (10 мкг/м³)
Удовлетворительный (51-100)	12-35	Небольшое превышение нормы
Вредный для чувствительных групп (101-150)	35-55	Значительное превышение
Вредный (151-200)	55-150	Серьезное загрязнение
Очень вредный (201-300)	150-250	Критическое загрязнение
Опасный (>301)	>250	Чрезвычайная ситуация

Важно для врача: В странах с высоким загрязнением воздуха (например, Кыргызстан – крупные города) концентрации PM 2.5 в зимний период могут достигать 150-300 мкг/м³, что соответствует «красной» или «фиолетовой» категории AQI. Это означает, что **все население** подвергается серьезному риску, а пациенты с хроническими заболеваниями нуждаются в особой защите.

4.3. Нормы качества воздуха

Загрязнитель	Усреднение	Рекомендация ВОЗ (2021)	ПДК (ориентировочно) КР
PM 2.5	24 часа	15 мкг/м³ (4 дня в году)	25 мкг/м³
	Год	5 мкг/м³	10 мкг/м³
PM 10	24 часа	45 мкг/м³	50 мкг/м³
	Год	15 мкг/м³	30 мкг/м³
NO₂	24 часа	25 мкг/м³	40 мкг/м³
	Год	10 мкг/м³	20 мкг/м³
O₃	Пик сезона (8 часов)	100 мкг/м³	120 мкг/м³
SO₂	24 часа	40 мкг/м³	50 мкг/м³
CO	24 часа	4 мг/м³	5 мг/м³

Важное замечание:

В Кыргызстане, как и во многих странах постсоветского пространства, используются ПДК (предельно допустимые концентрации), которые зачастую выше рекомендаций ВОЗ. Это означает, что «формально безопасные» уровни могут фактически представлять риск для здоровья, особенно для уязвимых групп.

4.4. Группы населения с повышенной чувствительностью к загрязнению воздуха

1. Дети

- Дышат быстрее (более высокая доза загрязнителей на кг массы тела)
- Дыхательные пути уже (более высокая концентрация на единицу площади)
- Иммунная система еще не полностью сформирована
- Легкие продолжают развиваться (уязвимы к повреждению)

2. Пожилые люди (>65 лет)

- Сниженная легочная функция
- Высокий уровень сопутствующих заболеваний (ИБС, ХОБЛ, диабет)
- Сниженная способность к компенсации

3. Пациенты с хроническими заболеваниями

- Сердечно-сосудистые: ИБС, гипертония, сердечная недостаточность
- Респираторные: астма, ХОБЛ, бронхит
- Диабет (усиливает воспалительный ответ)
- Иммунодефициты

4. Беременные женщины

- Повышенная чувствительность из-за физиологических изменений
- Воздействие на плод (низкий вес при рождении, преждевременные роды, врожденные пороки)

5. Люди с низким социально-экономическим статусом

- Часто живут в районах с высоким загрязнением (возле дорог, промышленных зон)
- Плохое качество жилья (плохая изоляция, накопление загрязнителей внутри помещений)
- Недостаточное питание
- Ограниченный доступ к медицинской помощи

4.5. Внутреннее загрязнение воздуха

Важное замечание для врачей:

Внутреннее загрязнение воздуха в Кыргызстане, особенно в зимний период, представляет серьезную проблему, часто превышающую уличное загрязнение.

Основные источники внутреннего загрязнения в Кыргызстане:

1. **Отопление углем и дровами** — самый значительный источник
2. **Использование газовых плит** (при недостаточной вентиляции)
3. **Плесень и грибки** (особенно в домах с плохой вентиляцией)
4. **Мебель и строительные материалы** (выделение формальдегида, фталатов)

Особенности внутреннего загрязнения в Кыргызстане:

- Зимой концентрация РМ 2.5 внутри помещений может превышать уличную в 2-5 раз
- Особенно высокие уровни в домах, отапливаемых углем (в городах) или дровами (в сельской местности)
- Плохая вентиляция (закрытые окна зимой) усугубляет проблему
- Многие семьи используют угольные обогреватели без вытяжки

Практический пример (Кыргызстан):

В зимний период в Бишкеке концентрация РМ 2.5 внутри жилых помещений может достигать 150-300 мкг/м³, что соответствует «красному-фиолетовому» уровню AQI. Это означает, что люди, которые зимой не покидают дома (пожилые, люди с хроническими заболеваниями, дети), подвергаются еще более высокому риску, чем на улице.

Рекомендации по снижению внутреннего загрязнения:

1. Использовать очистители воздуха (HEPA-фильтры)
2. Обеспечить проветривание в часы минимального уличного загрязнения (например, после 22:00)
3. Использовать более эффективное отопление (электрическое, газовое с вытяжкой)
4. Избегать курения внутри помещений
5. Установить датчики CO₂ и РМ 2.5 для контроля качества воздуха

5. ЗАДАНИЯ ПО АНАЛИЗУ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА

Цель задания: Научить студентов интерпретировать данные о качестве воздуха, оценивать риски для здоровья и разрабатывать практические рекомендации.

Исходные данные (смоделированы на основе реальных данных для Бишкека, зимний период):

Данные мониторинга за неделю (февраль):

День	РМ 2.5 (мкг/м ³)	РМ 10 (мкг/м ³)	NO ₂ (мкг/м ³)	O ₃ (мкг/м ³)	Примечание
ПН	85	120	65	35	Облачно, безветренно
ВТ	145	210	80	28	Туман, инверсия

СР	210	310	95	15	Туман, инверсия, безветренно
ЧТ	78	105	55	42	Ветер, частично солнечно
ПТ	45	70	40	58	Ветрено, солнечно
СБ	110	165	72	38	Безветренно, переменная облачность
ВС	180	260	88	20	Туман, инверсия

Нормы ВОЗ (суточные):

- $PM_{2.5}$: $< 15 \text{ мкг/м}^3$
- PM_{10} : $< 45 \text{ мкг/м}^3$
- NO_2 : $< 25 \text{ мкг/м}^3$
- O_3 : $< 100 \text{ мкг/м}^3$ (8-часовая норма)

Задание 1. Интерпретация данных:

1. Определите AQI для каждого дня (используя $PM_{2.5}$ как основной показатель).
2. Какие дни представляют наибольший риск для здоровья? Почему?
3. Какие дни безопаснее? Почему?
4. Объясните, почему концентрация озона выше в солнечные дни, а $PM_{2.5}$ — в дни с инверсией.

Задание 2. Оценка риска для групп населения:

1. Оцените риск для детей, пожилых людей и пациентов с ХОБЛ/астмой в среду ($PM_{2.5} = 210 \text{ мкг/м}^3$).
2. Какие симптомы могут возникнуть у этих групп?
3. Какие рекомендации вы дадите:
 - Родителям детей
 - Пожилым людям
 - Пациентам с бронхиальной астмой

Задание 3. Связь с клиническими данными:

Представьте, что в этот период в вашей поликлинике увеличилось число обращений. Какие заболевания будут наиболее частыми? Почему? (Подумайте о респираторных и сердечно-сосудистых проявлениях).

Задание 4. Профилактические меры:

1. Разработайте памятку для населения о поведении в периоды высокого загрязнения воздуха.

2. Предложите меры, которые можно внедрить на уровне города для снижения загрязнения.
3. Предложите меры, которые может внедрить медицинская организация для защиты пациентов.

6. СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача №1: Пациент с бронхиальной астмой

Ситуация:

Пациент С., 35 лет, страдает бронхиальной астмой (атопическая форма, средней тяжести). Принимает базисную терапию (ингаляционные кортикостероиды). Обратился в поликлинику с жалобами на одышку, свистящее дыхание, кашель. Эти симптомы появились 2 дня назад и не проходят. Пациент отмечает, что в последние дни в городе очень сильный смог, ощущается запах гари, трудно дышать даже дома (он закрывает окна). Вчера утром была сильная одышка, пришлось использовать бронхолитик (сальбутамол) 4 раза (обычно 1-2 раза в неделю). За ночь просыпался от кашля.

Данные мониторинга:

- РМ 2.5: 185 мкг/м³ (за последние 2 дня)
- РМ 10: 260 мкг/м³
- Примечание: вчера и позавчера была безветренная погода, туман, инверсия.

Задания:

1. **Оцените состояние пациента:** Каков уровень контроля астмы? (Контролируемая, частично контролируемая, неконтролируемая — на основе критериев GINA).
2. **Свяжите симптомы с загрязнением воздуха:** Как загрязнение воздуха (РМ 2.5, РМ 10) влияет на течение астмы?
3. **Разработайте план действий для пациента:**
 - Что делать сейчас? (Усиление терапии, изменение поведения, обращение за помощью)
 - Что делать в периоды высокого загрязнения? (Профилактика)
 - Когда нужно срочно обращаться за медицинской помощью? («Красные флаги»)
 - Что изменить в быту? (Очистители воздуха, контроль влажности, режим проветривания)
4. **Составьте письменную памятку для пациента о поведении в условиях загрязненного воздуха.**

Задача №2: Пациент с сердечно-сосудистым заболеванием

Ситуация:

Пациентка К., 68 лет, страдает ишемической болезнью сердца (стабильная стенокардия III ФК), гипертонической болезнью III стадии. Принимает антигипертензивные препараты (периндоприл, амлодипин), статины, аспирин. Проживает в городе, в районе с высоким загрязнением воздуха (возле оживленной трассы). В течение последней недели наблюдается повышение уровня РМ 2.5 до 120-150 мкг/м³. Пациентка отмечает, что у нее увеличилось количество приступов стенокардии (раньше 2-3 раза в неделю, сейчас — 1-2 раза в день). Появились головокружения, слабость, эпизоды тахикардии.

Данные мониторинга:

- РМ 2.5: 145 мкг/м³ (за последнюю неделю)
- РМ 10: 210 мкг/м³
- NO₂: 82 мкг/м³ (высокий уровень)
- Примечание: безветренная погода, перепады атмосферного давления.

Задания:

1. **Оцените состояние пациентки:** Обоснуйте, почему увеличилась частота приступов стенокардии.
2. **Объясните механизм:** Как загрязнение воздуха (РМ 2.5, РМ 10, NO₂) влияет на течение ИБС?
3. **Разработайте план действий:**
 - Как скорректировать лечение? (Дозы препаратов, добавление новых препаратов)
 - Какие изменения в образе жизни рекомендовать?
 - Что делать при усилении симптомов?
4. **Разработайте долгосрочную стратегию** для пациентки: как снизить риск в периоды высокого загрязнения воздуха?

Задача №3: Ребенок с респираторными симптомами

Ситуация:

Ребенок Р., 6 лет, часто болеет ОРВИ (4-5 раз в год). Проживает в городе, в квартире на 1-м этаже, окна выходят на оживленную дорогу. В течение последних 2 недель у ребенка наблюдаются: сухой кашель (усиливающийся утром и вечером), чихание, заложенность носа. Родители отмечают, что кашель усиливается, когда они открывают окно или выходят на прогулку. Температура нормальная. Ребенок не ходит в детский сад (родители решили оставить дома). Родители обеспокоены, что кашель не проходит.

Данные мониторинга:

- РМ 2.5: 95-130 мкг/м³ (в течение последних 2 недель)
- РМ 10: 150-210 мкг/м³

- **Примечание:** в квартире не используются очистители воздуха, окна закрыты, но проветривание проводится ежедневно.

Задания:

1. **Оцените состояние ребенка:** Что может быть причиной кашля? (Аллергический ринит, бронхит, бронхиальная астма?)
2. **Как загрязнение воздуха влияет на дыхательную систему ребенка?** (Механизмы: незрелая иммунная система, более быстрая частота дыхания, узкие дыхательные пути)
3. **Разработайте план действий для родителей:**
 - Что делать в быту для снижения воздействия загрязнителей? (Очистители воздуха, закрытие окон в часы пик, увлажнение воздуха)
 - Что делать при кашле? (Питьевой режим, щелочные ингаляции, режим проветривания)
 - Когда обращаться к врачу? (Красные флаги)
 - Как оценить эффективность мер?
4. **Разработайте рекомендации по обследованию:** Какие аллергологические тесты, исследования необходимо провести?

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Базовый уровень:

1. Что такое PM 2.5 и PM 10? В чем разница между ними и почему PM 2.5 более опасен?
2. Каковы основные источники PM 2.5 в Кыргызстане?
3. Какой механизм действия PM 2.5 на сердечно-сосудистую систему?
4. Что такое индекс качества воздуха (AQI)? Как он используется?
5. Какие группы населения наиболее уязвимы к загрязнению воздуха?
6. Что такое приземный озон и чем он опасен?
7. Как NO₂ влияет на течение бронхиальной астмы?

Продвинутый уровень:

1. Объясните механизм, связывающий PM 2.5 с повышением риска инфаркта миокарда.
2. Как вы оцениваете риск для пациента с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) при PM 2.5 = 180 мкг/м³?
3. Разработайте алгоритм действий врача при приеме пациента с астмой в период высокого загрязнения воздуха.
4. Какие меры может предложить врач на уровне медицинской организации для защиты пациентов от загрязнения воздуха?

5. Как загрязнение воздуха влияет на течение беременности и здоровье плода?
6. Сравните риски внутреннего и уличного загрязнения воздуха в Кыргызстане в зимний период.

8. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Используя открытые источники данных (например, сайты мониторинга качества воздуха: IQAir, AccuWeather), найдите данные о качестве воздуха в вашем городе за последнюю неделю.
2. Определите среднюю концентрацию PM 2.5 и PM 10 за эту неделю.
3. Оцените, сколько дней в эту неделю качество воздуха было вредным для чувствительных групп населения (AQI > 100).
4. Разработайте памятку для пациентов с бронхиальной астмой (для использования в клинике), которая включает:
 - Как отслеживать качество воздуха (какие приложения/сайты использовать)
 - Как интерпретировать данные
 - Что делать при разных уровнях загрязнения (PM 2.5 > 35, 50, 100, 150 мкг/м³)

9. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Критерий	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно
Интерпретация данных мониторинга	Точно определяет AQI, правильно оценивает риски, обосновывает выводы	Правильно определяет AQI, но не всегда обосновывает	Затрудняется в интерпретации данных
Связь загрязнения воздуха и здоровья	Глубоко понимает механизмы, приводит примеры	Понимает основные механизмы	Знает только общие факты
Профилактическое консультирование	Разрабатывает конкретные, персонализированные, реалистичные рекомендации	Разрабатывает правильные, но общие рекомендации	Рекомендации неполные или нереалистичные
Решение ситуационных задач	Системно анализирует, учитывает все факторы, предлагает обоснованные решения	Анализирует большинство факторов, решения правильные	Анализирует поверхностно, упускает важные факторы

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. World Health Organization. *WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. Geneva: WHO; 2021. doi:10.1159/000508048
2. Rajagopalan S, Al-Kindi SG, Brook RD. Air pollution and cardiovascular disease: JACC state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72(17):2054-2070. doi:10.1016/j.jacc.2018.07.099

Дополнительная литература:

3. Schraufnagel DE, Balmes JR, Cowl CT, et al. Air pollution and noncommunicable diseases: a review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee, Part 2: air pollution and organ systems. *Chest*. 2019;155(2):417-426. doi:10.1016/j.chest.2018.10.041
4. Burnett R, Chen H, Szyszkowicz M, et al. Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2018;115(38):9592-9597. doi:10.1073/pnas.1803222115
5. World Health Organization. *Air pollution: the invisible health threat*. Geneva: WHO; 2023. <https://www.who.int/health-topics/air-pollution>
6. Health Effects Institute. *State of Global Air 2024*. Boston, MA: Health Effects Institute; 2024. <https://www.stateofglobalair.org/>
7. National Academy of Medicine. *Air Pollution and Health: A Research Agenda*. Washington, DC: NAM; 2025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK614580/>
8. Kyrgyz Republic, Ministry of Health. *Guidelines on Air Quality and Health*. Bishkek: Ministry of Health; 2022.