

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Устойчивый экологический менеджмент и климатические стратегии в здравоохранении»

Факультеты	Все
Курс	(согласно учебному плану факультета)
Семестр	(согласно учебному плану факультета)
Общая трудоёмкость	2 кредита (1 кредит 30 часов)
Всего часов	60
Лекции	10
Практические занятия	20
Самостоятельная работа (СРС)	30 (проектно-ориентированное обучение)
Форма контроля	Зачет

Дисциплина «Устойчивый экологический менеджмент и климатические стратегии в здравоохранении» является обязательным междисциплинарным курсом, формирующим у студентов системное понимание взаимосвязи между климатическими изменениями, экологическими факторами, цифровой трансформацией и здоровьем населения.

Современное здравоохранение сталкивается с беспрецедентными вызовами: рост заболеваний, связанных с климатическими изменениями (сердечно-сосудистые, респираторные, инфекционные), экологический след медицинской деятельности (отходы, выбросы CO₂, потребление энергии и воды), а также внедрение цифровых технологий (телемедицина, искусственный интеллект, большие данные). Врач любой специальности должен уметь оценивать не только клинический статус пациента, но и экологические и цифровые детерминанты его здоровья, а также внедрять принципы устойчивого развития в профессиональную деятельность.

Курс интегрирует знания из экологии, гигиены, общественного здоровья, информационных технологий и клинической медицины. Он формирует у студентов **климатически ориентированное и цифровое профилактическое мышление**, необходимое для работы в условиях меняющегося мира.

Цель: Формирование у студентов компетенций по анализу и управлению экологическими и климатическими рисками для здоровья населения, а также по применению цифровых инструментов и принципов устойчивого развития в системе здравоохранения.

Задачи:

1. Изучить основные концепции «зеленого» и «цифрового» перехода в здравоохранении и их связь с климатическими изменениями.
2. Освоить методы оценки углеродного следа и жизненного цикла медицинских продуктов, отходов и энергии.
3. Сформировать умения использовать цифровые технологии (телемедицина, ИИ, аналитика данных) для повышения устойчивости медицинских систем.
4. Научиться разрабатывать и внедрять климатически адаптированные и экологичные решения в медицинских организациях.
5. Развить навыки междисциплинарной проектной работы по созданию предложений по устойчивому развитию в медицине.

Место дисциплины в структуре ООП

Пререквизиты: Основы экологии, информационные технологии в медицине, основы устойчивого развития (базовые знания). Фактически курс опирается на знания, полученные при изучении нормальной физиологии, медицинской биологии, химии и, частично, общей гигиены, но является самостоятельным междисциплинарным модулем.

Постреквизиты: Знания, полученные в рамках курса, углубляют подготовку к изучению профильных клинических дисциплин (внутренние болезни, педиатрия, общественное здоровье, профессиональные болезни), а также используются в научно-исследовательской работе и практической деятельности врача.

Содержание дисциплины:

- **Введение в проблему:** глобальные климатические изменения как вызов для общественного здравоохранения, прямые и опосредованные пути влияния на здоровье, климатическая справедливость и уязвимые группы населения.
- **Цели устойчивого развития (ЦУР) ООН и их адаптация к сектору здравоохранения.** Роль врача в достижении экологической устойчивости.
- **Экологические аспекты медицинской деятельности:** классификация и обращение с медицинскими отходами, энергопотребление и водопользование в медицинских организациях, принципы «зеленой больницы».

- **Цифровые технологии в устойчивом здравоохранении:** телемедицина, электронные медицинские записи, искусственный интеллект для управления ресурсами, анализ больших данных для мониторинга экологических рисков и климатически чувствительных заболеваний.
- **Методология оценки:** оценка жизненного цикла (LCA) медицинских продуктов, расчет углеродного следа медицинской организации.
- **Эко-дизайн и устойчивые медицинские технологии:** критерии экологичности при закупках, многоразовые и одноразовые изделия, биоразлагаемые материалы, циркулярная экономика в здравоохранении.
- **Правовые и этические аспекты:** законодательство Кыргызской Республики в области охраны окружающей среды и санитарно-эпидемиологического благополучия, этические дилеммы между безопасностью пациента и экологической устойчивостью.
- **Алгоритмы поведения и оказания экстренной помощи при климатических катастрофах, природных катаклизмах и чрезвычайных ситуациях техногенного характера.**
- **Проектная деятельность:** разработка практических предложений по повышению устойчивости медицинских организаций с учетом климатических изменений и цифровизации.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- Основные концепции и термины устойчивого развития в здравоохранении, климатически чувствительные заболевания и механизмы влияния климатических факторов на здоровье.
- Классификацию медицинских отходов, принципы их безопасного обращения, методы энергосбережения и водосбережения в медицинских организациях.
- Методологию оценки жизненного цикла и углеродного следа медицинских продуктов и учреждений.
- Возможности и ограничения цифровых технологий (телемедицина, ИИ, большие данные) для управления экологическими рисками и повышения устойчивости здравоохранения.
- Нормативно-правовые акты КР в области охраны окружающей среды и санитарно-эпидемиологического благополучия, релевантные для медицинской деятельности.
- Этические принципы и подходы к компромиссу между безопасностью пациента и экологической устойчивостью.

Уметь:

- Оценивать риски климатически чувствительных заболеваний и планировать адаптационные профилактические меры для различных групп населения.
- Применять методы гигиенической оценки с учетом экологической устойчивости, включая анализ качества воды, воздуха, пищевых продуктов и условий труда.

- Использовать цифровые платформы и инструменты для мониторинга экологических данных и визуализации результатов.
- Разрабатывать и обосновывать предложения по внедрению «зеленых» и цифровых решений в медицинских организациях.
- Обучать персонал и население основам климатически ориентированного здорового образа жизни и экологическим навыкам.

Владеть:

- Навыками гигиенической оценки показателей микроклимата, вентиляции, освещения, качества питьевой воды и пищевых продуктов с учетом экологических критериев.
- Методами определения показателей физического развития и физической подготовленности населения.
- Методами оценки фактического питания и статуса питания, составления и анализа меню-раскладки продуктов.
- Навыками климатически информированного профилактического консультирования и санитарно-просветительной работы среди населения.
- Навыками междисциплинарной работы и проектного мышления для разработки инновационных решений в области устойчивого здравоохранения.
- Методиками оценки качества воды и продовольствия, состояния питания и условий труда с учетом климатических и экологических факторов (в том числе для военнослужащих).

Распределение между кафедрами:

№	Кафедра	Аудиторные		СРС
		Лекции	Практические	
1.	Кафедры Общей гигиены, Общей и Клинической эпидемиологии, Гигиенических дисциплин и ОЗиЗ	8 часов	16 часов	26
2.	Кафедра физики, математики и информатики	2 часа	4 часа	4
	Итого:	10	20	30

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛЕКЦИЙ

№	Тема лекции	Часы
---	-------------	------

№	Тема лекции	Часы
1.	Цели устойчивого развития (ЦУР) и медицина. Роль врача в достижении экологической устойчивости. Методология оценки устойчивости: Оценка жизненного цикла (LCA) медицинских продуктов (лекарства, инструменты, оборудование). Расчет углеродного следа ОЗ.	2
2.	Глобальные климатические изменения как вызов для общественного здравоохранения. Связь между климатом, экологией и здоровьем человека. Экологические аспекты медицинской деятельности: Медицинские отходы (классы, риски, утилизация), энергопотребление ОЗ, водопользование. Принципы "зеленой больницы".	2
3.	Эко-дизайн и устойчивые медицинские технологии: Критерии экологичности при закупках (green procurement). Примеры: многоразовые и одноразовые изделия, биоразлагаемые материалы. Правовые и этические аспекты зеленого перехода в медицине: Законодательство КР в области санитарно-эпидемиологического благополучия и охраны окружающей среды. Баланс между безопасностью пациента и экологической устойчивостью.	2
4.	Алгоритмы поведения и оказания экстренной помощи при климатических катастрофах, природных катаклизмах, антропогенных авариях и чрезвычайных ситуациях техногенного характера	2
5.	Роль цифровых технологий в обеспечении устойчивого развития и охране здоровья населения. Цифровые решения для мониторинга и управления экологическими рисками	2
	Итого:	10

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№	Тема практического занятия	Форма проведения	Часы
1.	Климатически чувствительные заболевания: сердечно-сосудистые,	Работа в малых группах с кейсами	2

№	Тема практического занятия	Форма проведения	Часы
	респираторные, инфекционные, психические.		
2.	Загрязнение воздуха (приземный озон, РМ 2.5, NO ₂) и его влияние на заболеваемость и смертность.	Анализ данных мониторинга, ситуационные задачи	2
3.	Экстремальные погодные явления (жара, наводнения, засуха): стратегии адаптации ОЗ и населения.	Разбор сценариев, разработка чек-листов	2
4.	Управление медицинскими отходами	Деловая игра "Сортируем отходы в клинике"	2
5.	Энергоэффективность в ОЗ: аудит потребления, мероприятия по снижению (освещение, HVAC, оборудование).	Расчет энергопотребления типового отделения	2
6.	Водосбережение и управление сточными водами в медицинских организациях.	Решение кейсов по водному следу	2
7.	Эко-дизайн и устойчивые медицинские технологии: Критерии экологичности при закупках (green procurement). Многоцветные и одноразовые изделия, биоразлагаемые материалы	Работа в малых группах с кейсами.	2
9.	Анализ цифровых данных о состоянии окружающей среды и их влиянии на здоровье населения. Использование геоинформационных технологий в медико-экологическом анализе	Анализ цифровых данных	2
10.	Разработка цифровых решений для повышения экологической безопасности. Разработка профилактических мероприятий с использованием цифровых технологий.	Разработка цифровых решений и профилактических мероприятий	2

№	Тема практического занятия	Форма проведения	Часы
	Итого:		20

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН СРС (ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ)

Формат СРС: Выполнение **группового проекта** (3-5 человек) на протяжении всего семестра. Проект направлен на разработку практического предложения по повышению устойчивости конкретного медицинского подразделения (реального или учебного) с учетом климатических изменений и возможностей цифровизации.

Этапы проекта и распределение часов СРС:

№	Этап проектной работы	Содержание этапа	Часы
1.	Выбор темы и анализ ситуации	Выбор объекта (поликлиника, стационар, лаборатория, стоматологический кабинет, аптека). Идентификация ключевых экологических проблем и климатических рисков для данного объекта. Сбор исходных данных (по литературе и открытым источникам).	4
2.	Обзор лучших практик	Поиск и анализ аналогов: "зеленые" больницы, успешные проекты по снижению углеродного следа, цифровые решения в мире и в КР. Оформление обзора (1-2 стр.).	4
3.	Применение методов оценки	Выполнение упрощенной оценки одного из показателей для выбранного объекта: объем медицинских отходов, потребление энергии/воды, углеродный след (калькулятор), либо оценка жизненного цикла (LCA) одного расходного материала.	8
4.	Разработка предложений	Формулирование 3-5 конкретных, реалистичных предложений по "озеленению" и цифровизации объекта. Включение аспектов адаптации к климатическим изменениям (жара,	6

№	Этап проектной работы	Содержание этапа	Часы
		загрязнение воздуха, инфекции).	
5.	Подготовка презентации и защиты	Создание презентации (10-12 слайдов) и краткого описания проекта (рефлексивное эссе на группу или индивидуально по выбору преподавателя). Подготовка ответов на вопросы.	4
6.	Взаиморецензирование	Ознакомление с проектами других групп (внутри учебной группы или на платформе LMS), написание краткой рецензии (2-3 предложения) на один из проектов.	4
	Итого:		30

Темы проектных работ (примерные):

1. "Снижение углеродного следа хирургического отделения: переход на многоразовые текстильные изделия".
2. "Внедрение раздельного сбора медицинских отходов в стоматологической клинике".
3. "Программа телемедицинского наблюдения за пациентами с ХОБЛ в периоды повышения загрязнения воздуха".
4. "Энергоаудит и план энергосбережения для типовой поликлиники".
5. "Цифровой дашборд для мониторинга потребления воды и энергии в стационаре".
6. "Адаптация к волнам жары: экологичные и безопасные решения".
7. "Оценка жизненного цикла одноразовых и многоразовых масок: экологический и экономический анализ для ОЗ".

ЛЕКЦИЯ №1: ЦЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И МЕДИЦИНА. ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА И УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД.

Продолжительность: 2 академических часа (90 минут)

ВВЕДЕНИЕ: ПОЧЕМУ ВРАЧ ДОЛЖЕН ДУМАТЬ ОБ ЭКОЛОГИИ?

Уважаемые студенты!

Начнем нашу лекцию с необычного вопроса. Представьте: вы назначаете пациенту курс антибиотиков, проводите операцию или просто выписываете рецепт. Как вы думаете, есть ли связь между вашим профессиональным решением и таянием ледников в Арктике?

На первый взгляд — нет. Но если копнуть глубже, такая связь существует. Каждый медицинский продукт — от хирургической маски до МРТ-аппарата — имеет свой экологический след. Его производят из сырья, которое добывают, перерабатывают, транспортируют. После использования его утилизируют. На каждом этапе выделяются парниковые газы, образуются отходы, расходуются вода и энергия.

Всемирная организация здравоохранения называет изменение климата **самой большой угрозой для глобального здоровья в XXI веке**. При этом сектор здравоохранения вносит существенный вклад в эту проблему. Медицинская деятельность генерирует около **4–5% глобальных выбросов парниковых газов** — больше, чем авиация или судоходство.

Но есть и хорошая новость: именно врачи могут стать частью решения. **Цель сегодняшней лекции** — заложить фундамент для понимания того, как каждый медицинский работник может внести вклад в устойчивое развитие на своем рабочем месте.

Мы разберем три ключевых вопроса:

1. Что такое Цели устойчивого развития ООН и почему они важны для врача?
2. Как оценить экологическое воздействие медицинского продукта на протяжении его жизни?
3. Что такое углеродный след и как его рассчитывают в здравоохранении?

1. ГЛОБАЛЬНЫЙ КОНТЕКСТ: ЦЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ООН И ИХ АДАПТАЦИЯ К ЗДРАВООХРАНЕНИЮ

От Целей тысячелетия к Целям устойчивого развития

В 2015 году Организация Объединенных Наций приняла **17 Целей устойчивого развития (ЦУР)**, которые вступили в силу 1 января 2016 года. Этот документ стал преемником Целей тысячелетия в области развития и охватывает все три аспекта устойчивости: **экономический, социальный и экологический**.

Ключевой принцип ЦУР — **«никто не должен быть оставлен без внимания»**. Это означает, что прогресс должен быть справедливым и достигать самых уязвимых групп населения.

Какие ЦУР напрямую связаны со здравоохранением?

Почти все 17 целей либо напрямую связаны со здоровьем, либо косвенно способствуют его улучшению. Однако выделим наиболее релевантные:

ЦУР	Название	Связь со здравоохранением
ЦУР 3	Хорошее здоровье и благополучие	Обеспечение здорового образа жизни для всех возрастов. Включает 13 задач — от борьбы с инфекциями до неинфекционных заболеваний и психического здоровья
ЦУР 6	Чистая вода и санитария	Доступ к безопасной воде и надлежащим санитарным условиям — основа профилактики инфекций в медицинских учреждениях
ЦУР 7	Недорогостоящая и чистая энергия	Энергоэффективность медицинского оборудования и переход на возобновляемые источники энергии
ЦУР 11	Устойчивые города и населенные пункты	Влияние качества воздуха и городской среды на здоровье населения
ЦУР 12	Ответственное потребление и производство	Управление медицинскими отходами, устойчивые закупки, оценка жизненного цикла продуктов
ЦУР 13	Борьба с изменением климата	Адаптация систем здравоохранения к климатическим изменениям

Ключевая идея: всеобщий охват услугами здравоохранения пронизывает все цели, связанные со здоровьем, и отражает сильный акцент ЦУР на справедливости и достижении самых обездоленных людей.

Концепция «Одного здоровья» (One Health)

Здоровье человека неразрывно связано со здоровьем животных и состоянием окружающей среды. Эта концепция получила широкое признание в ответ на такие угрозы, как:

- Зоонозные инфекции (COVID-19, Эбола, птичий грипп)
- Устойчивость к антибиотикам (неконтролируемое применение антибиотиков в медицине и животноводстве)
- Загрязнение воды и воздуха

Для врача это означает: невозможно лечить пациента, игнорируя среду, в которой он живет. Воздух, которым он дышит, вода, которую он пьет, пища, которую он ест — все это детерминанты его здоровья.

Роль здравоохранения в достижении ЦУР

Системы здравоохранения не только подвергаются воздействию экологических проблем, но и сами создают экологическую нагрузку. Поэтому в мандат сектора здравоохранения входят задачи по **повышению экологической эффективности и сокращению воздействия на окружающую среду.**

Ключевые категории экологических последствий деятельности систем здравоохранения:

1. **Медицинские отходы** — сектор здравоохранения является одним из крупнейших источников отходов
2. **Сточные воды** — больницы производят значительные объемы сточных вод

3. **Выбросы парниковых газов** — прямые и косвенные выбросы от медицинской деятельности

2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СЛЕД МЕДИЦИНСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Основные источники воздействия

Прежде чем говорить об оценке, давайте разберемся, что именно в медицинской деятельности создает экологическую нагрузку.

1. Медицинские отходы

- Сектор здравоохранения генерирует огромные объемы отходов
- От 75% до 95% отходов близки по составу к обычным бытовым отходам
- Опасные медицинские отходы требуют специального обращения и могут представлять серьезный риск для здоровья людей и окружающей среды

2. Энергопотребление

- Вентиляция и кондиционирование (HVAC-системы)
- Стерилизация оборудования
- Работа диагностического оборудования (МРТ, КТ — наиболее энергозатратные)
- Освещение

3. Водопотребление

- Стирка белья и одежды
- Обработка инструментов
- Системы охлаждения

4. Выбросы парниковых газов

- Анестезиологические газы (севофлюран, десфлюран — мощные парниковые газы)
- Транспорт (скорые, служебные автомобили)
- Закупки товаров и услуг (Scope 3 — до 70% всех выбросов)

Порочный круг

Загрязнение от деятельности медицинских организаций → Изменение климата → Рост климатически чувствительных заболеваний → Повышение нагрузки на здравоохранение.

Этот замкнутый круг разрывается именно через **устойчивое развитие** и «зеленый переход» в медицине.

Категории действий для повышения экологической устойчивости

Категория

Примеры действий

Категория	Примеры действий
Сокращение и рациональная утилизация медицинских отходов	Минимизация отходов, обучение персонала, замена опасных химических веществ
Рациональное использование ресурсов	Экономное водопользование, энергосбережение, устойчивое проектирование
Устойчивые закупки	Установление экологических критериев, анализ жизненного цикла товаров
Сокращение выбросов	Оценка углеродного следа, переход на низкоуглеродные источники энергии
Профилактика болезней	Межсекторальное сотрудничество, продвижение здоровых условий
Инновационные модели помощи	Телемедицина, цифровое здравоохранение

3. ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА (LCA) МЕДИЦИНСКИХ ПРОДУКТОВ

Что такое LCA и зачем она нужна?

Оценка жизненного цикла (LCA) — это методология количественной оценки широкого спектра экологических воздействий, включая глобальное потепление, на протяжении всего жизненного цикла продуктов, процессов и систем .

LCA позволяет принимать **обоснованные экологические решения** при сравнении продуктов, выполняющих одну и ту же функцию .

Этапы жизненного цикла медицинского продукта

Представьте любое медицинское изделие — скальпель, маску, лекарство, аппарат МРТ. Оно проходит несколько этапов:

Добыча сырья → Производство → Упаковка и транспортировка → Использование → Утилизация

1. Добыча сырья

- Металлы для инструментов (добыча руды)
- Нефть для пластика (для одноразовых изделий)
- Химические вещества для лекарств

2. Производство

- Энергозатраты на заводе

- Выбросы при производстве
- Использование воды и химикатов

3. Упаковка и транспортировка

- Упаковочные материалы (часто пластик)
- Логистика, охлаждение (для вакцин)
- Глобальные цепочки поставок

4. Использование

- Стерилизация (энергия, вода, химикаты)
- Энергопотребление при работе
- Расходные материалы

5. Утилизация

- Сжигание
- Захоронение на полигонах
- Переработка (где это возможно)

Как проводят LCA?

Существуют разные подходы к проведению LCA :

Тип LCA	Описание
Процессно-ориентированная LCA	«Снизу вверх» — использует детальные, специфичные для продукта данные. Бывает двух видов: • Атрибутивная: оценивает текущие воздействия в рамках определенной области • Консеквенциальная: оценивает, как решение может создать более масштабные последствия
Экономическая межотраслевая LCA (ЕИО-LCA)	«Сверху вниз» — использует экономические данные на уровне секторов для оценки крупных систем
Гибридная LCA	Объединяет оба подхода для баланса точности и полноты

Примеры LCA в медицине

Пример 1: Одноразовый и многоразовый датчики в операционной

В исследовании сравнивались два сенсора для мониторинга нервно-мышечной передачи в операционной — одноразовый и многоразовый. Оба выполняли одну и ту же клиническую функцию с одинаковой точностью и безопасностью.

Результат: С точки зрения выбросов CO₂ в расчете на одно применение на одного пациента, **одноразовый датчик оказался более устойчивым выбором.**

Этот пример показывает: не всегда «одноразовое» значит «плохо». В некоторых контекстах стерилизация многоразового изделия требует столько энергии и воды, что экологический след оказывается выше.

Пример 2: Гемодиализ

Исследования показывают, что внутрибольничный гемодиализ имеет наибольшее воздействие на все экологические категории:

- Выбросы парниковых газов при внутрибольничном диализе на 62,3% выше, чем при домашнем гемодиализе
- Поездки пациентов и персонала вносят 40% общего воздействия при внутрибольничном диализе

Вывод: Данные LCA помогают принимать решения о том, где и как оказывать помощь.

Особенности LCA в здравоохранении

Важно понимать: **не существует универсальных данных LCA**. Результаты зависят от региональных особенностей:

- Источник электроэнергии (возобновляемая или угольная)
- Тип практик и протоколов
- Расстояния для транспортировки пациентов и персонала

Например, в канадской провинции Британская Колумбия основной источник энергии — гидроэлектроэнергия (интенсивность сети 0,0113 кг CO₂/кВт·ч), тогда как в угольном регионе этот показатель может достигать 0,47 кг CO₂/кВт·ч — разница более чем в 40 раз.

4. УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Что такое углеродный след (Carbon Footprint)?

Углеродный след — это суммарное количество парниковых газов (CO₂, CH₄, N₂O и другие), выраженное в единицах **CO₂-эквивалента**, которое выбрасывается организацией в результате своей деятельности.

По сути, углеродный след — это **LCA, сфокусированная только на воздействии на изменение климата**.

Три категории выбросов: Scope 1, 2, 3

Система, основанная на **Greenhouse Gas Protocol**, различает три типа выбросов:

Scope 1 — Прямые выбросы

Эмиссии от источников, которыми организация владеет или управляет напрямую:

- Сжигание топлива в собственных котельных
- Выбросы анестезиологических газов (севофлюран, десфлюран, закись азота)
- Транспортные средства на балансе (скорые, служебный транспорт)
- Хладагенты (утечки из систем кондиционирования)

Scope 2 — Косвенные выбросы от покупной энергии

- Электричество, приобретаемое у внешних поставщиков
- Тепло и пар

Score 3 — Прочие косвенные выбросы

На эту категорию приходится до **70% всех выбросов** медицинских организаций. Включает:

- Закупки товаров и услуг (медикаменты, медицинские изделия, расходные материалы)
- Управление отходами
- Поездки персонала и пациентов
- Производство, упаковка и транспортировка лекарств
- Питание пациентов и персонала
- Капитальные затраты (здания, оборудование)

Как рассчитать углеродный след?

Основная формула:

Выбросы парниковых газов = Данные о деятельности × Коэффициент выбросов (фактор эмиссии)

Данные о деятельности — сколько чего было потреблено:

- кВт·ч электроэнергии
- литры топлива
- километры транспорта
- килограммы отходов
- тонны закупленных материалов

Коэффициент выбросов показывает, сколько парниковых газов выделяется на единицу потребления.

Пример расчета для типового отделения

Допустим, мы хотим рассчитать углеродный след хирургического отделения за год:

1. Сбор данных:

- Потребление электроэнергии: 500 000 кВт·ч
- Потребление газа: 50 000 м³
- Количество операций: 1000
- Объем отходов: 20 тонн
- Количество закупленных расходных материалов на сумму 5 000 000 сом

2. Расчет (упрощенно):

- Score 1 (газ): $50\,000\text{ м}^3 \times 0,2\text{ т CO}_2/1000\text{ м}^3 = 10\text{ т CO}_2$
- Score 2 (электричество): $500\,000\text{ кВт}\cdot\text{ч} \times 0,4\text{ кг CO}_2/\text{кВт}\cdot\text{ч} = 200\text{ т CO}_2$
- Score 3 (закупки): $5\,000\,000\text{ сом} \times 0,05\text{ кг CO}_2/\text{сом} = 250\text{ т CO}_2$

3. **Итог:** ~460 т CO₂ в год

Инструменты для расчета

В Германии разработан бесплатный инструмент **KliMeG-Rechner** на основе Greenhouse Gas Protocol, который позволяет клиникам рассчитывать свои выбросы. Инструмент учитывает:

- Прямые выбросы от сжигания топлива и анестезиологических газов
- Косвенные выбросы от электроэнергии
- Выбросы по всей цепочке поставок (Score 3)

Аналогичные калькуляторы разрабатываются в других странах, и этот подход постепенно становится мировым стандартом.

Шаги по управлению углеродным следом

1. **Сбор данных** — собрать данные из систем учета энергопотребления, закупок, транспорта и отходов
2. **Определение базового уровня** — рассчитать текущие выбросы как точку отсчета
3. **Установление цели сокращения** — например, снижение на 50% к 2030 году
4. **Разработка стратегии** — выявление ключевых источников и планирование мер
5. **Мониторинг прогресса** — регулярное отслеживание изменений
6. **Публичная отчетность** — прозрачность для пациентов и общества

5. РОЛЬ ВРАЧА И МЕДИЦИНСКОЙ СЕСТРЫ В ДОСТИЖЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

На микроуровне: рабочее место

Каждый медицинский работник может внести вклад в устойчивое развитие:

1. Рациональное назначение

- Меньше ненужных анализов и процедур = меньше отходов и выбросов
- Аудит назначений на предмет избыточности

2. Экологически осознанный выбор

- Предпочтение анестетикам с меньшим парниковым потенциалом
- Выбор между одноразовыми и многоразовыми изделиями на основе данных LCA
- Участие в «зеленых закупках»

3. Экономия ресурсов

- Выключать свет и оборудование, когда они не нужны
- Бережное отношение к воде
- Правильная сортировка отходов

4. Образцовое поведение

- Личный пример — основа для формирования культуры устойчивости в коллективе

На макроуровне: пациенты и общество

Врач — авторитетный источник информации для населения:

1. Климатически информированное консультирование

- Объяснение связи между загрязнением воздуха и заболеваниями (ХОБЛ, бронхиальная астма, сердечно-сосудистые болезни)
- Рекомендации по поведению в периоды высокого загрязнения воздуха или экстремальной жары

2. Пропаганда здорового образа жизни с экологическим акцентом

- Активный транспорт (ходьба, велосипед) полезен и для здоровья, и для климата
- Рациональное питание — меньше пищевых отходов и выбросов

3. Участие в развитии экологической культуры в медицинской организации

- Предложения по улучшению системы обращения с отходами
- Участие в проектах по энергосбережению

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ключевые выводы лекции:

1. **Изменение климата — медицинская проблема.** ВОЗ называет его самой большой угрозой для глобального здоровья, и сектор здравоохранения сам является частью этой проблемы.
2. **Цели устойчивого развития (ЦУР) задают направление.** 17 ЦУР, принятых ООН, охватывают все аспекты устойчивости — экономический, социальный и экологический. Здравоохранение связано почти со всеми из них.
3. **Оценка жизненного цикла (LCA) — инструмент для сравнения.** LCA позволяет количественно оценить экологическое воздействие медицинских продуктов на всех этапах — от добычи сырья до утилизации.
4. **Углеродный след — часть LCA, сфокусированная на климате.** Три категории выбросов (Scope 1, 2, 3) помогают систематизировать источники и разрабатывать стратегии сокращения.
5. **Роль врача — ключевая.** Экологически устойчивое здравоохранение начинается с каждого медицинского работника — на рабочем месте и в общении с пациентами.

Связь с проектной работой

Знания LCA и углеродного следа, полученные сегодня, напрямую потребуются вам для выполнения **групповых проектов (CPC)**. Вам предстоит оценить экологическое воздействие выбранного медицинского подразделения и предложить практические меры по повышению его устойчивости.

Вопросы для размышления

1. **Может ли одноразовое изделие быть экологичнее многоразового? Приведите пример.** (Ответ: Да, как показал пример с датчиками для операционной — если стерилизация многоразового требует огромного количества энергии и воды).
2. **Какой из трех Score'ов труднее всего измерить и сократить и почему?** (Score 3 — из-за сложности сбора данных по всей цепочке поставок).
3. **Какие простые действия на вашем рабочем месте могли бы снизить углеродный след?** (Выключение оборудования, правильная сортировка отходов, использование многоразовых изделий там, где это безопасно).

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ВОЗ. «Здоровье в 2015 году: от ЦТР к ЦУР»
2. Nunziato JD, et al. «Environmental Life Cycle Assessment in Medical Practice: A User's Guide»
3. Руководство по расчету углеродного следа клиник (KliMeG-Projekt)
4. Национальная академия медицины США. «Carbon Accounting 101»

ЛЕКЦИЯ №2: ГЛОБАЛЬНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАК ВЫЗОВ ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕДИЦИНСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. МЕДИЦИНСКИЕ ОТХОДЫ, ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ, ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ. ПРИНЦИПЫ «ЗЕЛеной БОЛЬНИЦЫ»

Продолжительность: 2 академических часа (90 минут)

ВВЕДЕНИЕ

Уважаемые студенты!

На прошлой лекции мы говорили о том, что сектор здравоохранения сам является источником выбросов парниковых газов и что врач может внести вклад в решение этой проблемы. Сегодня мы посмотрим на проблему с другой стороны: как изменение климата влияет на здоровье ваших пациентов. Мы обсуждали, как изменение климата влияет на здоровье населения и почему врачи должны понимать эту связь. Сегодня мы переходим к **практической стороне вопроса**: что конкретно в деятельности медицинской организации создает экологическую нагрузку и как эту нагрузку можно снизить.

Всемирная организация здравоохранения называет изменение климата **самой большой угрозой для глобального здоровья в XXI веке**. Исследования показывают, что 3,6 миллиарда человек уже живут в районах, подверженных климатическим рискам. По оценкам, в период с 2030 по 2050 год изменение климата будет вызывать примерно **250 000 дополнительных смертей в год** только от недоедания, малярии, диареи и теплового стресса.

Для врача любой специальности это означает, что климатические факторы становятся неотъемлемой частью клинической картины. Сегодня мы разберем:

1. Какие пути воздействия климата на здоровье существуют?
2. Что такое климатически чувствительные заболевания?
3. Как принцип «климатической справедливости» влияет на вашу практику?
4. Какие адаптационные стратегии может предложить здравоохранение?

1. ПУТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Изменение климата воздействует на здоровье как напрямую, так и опосредованно.

Прямые пути воздействия

Экстремальные погодные явления наносят непосредственный ущерб здоровью:

Тип воздействия	Примеры последствий
Волны жары	Тепловой удар, обезвоживание, обострение сердечно-сосудистых

	заболеваний
Наводнения	Утопления, травмы, инфицирование ран
Штормы и ураганы	Травмы, переломы, психическая травма

Особенно уязвимы пожилые люди старше 65 лет и младенцы.

Опосредованные пути воздействия

Косвенные эффекты опосредованы изменениями в экосистемах и социальных системах :

1. Изменение распространения инфекционных заболеваний

Повышение температуры расширяет ареалы обитания переносчиков. Например, теплые моря увеличили прибрежную зону, подходящую для распространения вибрионов (*Vibrio*), на 329 км каждый год с 1982 года, подвергая риску 1,4 миллиарда человек .

2. Ухудшение качества воздуха

Изменение климата может увеличивать подвижность загрязнителей воздуха, усугубляя респираторные и сердечно-сосудистые заболевания.

3. Угрозы продовольственной и водной безопасности

В 2021 году из-за засух и волн жары на 127 миллионов человек больше столкнулись с умеренной или тяжелой продовольственной нестабильностью по сравнению с показателями 1981–2010 годов. Два миллиарда человек не имеют доступа к безопасной питьевой воде.

4. Психические расстройства

Связаны с перемещением населения, утратой жилья и средств к существованию, социальной дезорганизацией.

2. КЛИМАТИЧЕСКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Заболевания, на частоту, тяжесть или географическое распространение которых влияют климатические факторы. К ним относятся:

Сердечно-сосудистые заболевания

- Экстремальная жара увеличивает нагрузку на сердечно-сосудистую систему
- Загрязнение воздуха (PM 2.5) провоцирует инфаркты и инсульты
- Колебания температуры вызывают скачки артериального давления

Респираторные заболевания

- Бронхиальная астма (усиление аллергенами, загрязнение воздуха)
- ХОБЛ (обострения на фоне загрязнения и экстремальной погоды)
- Респираторные инфекции (повышенная контагиозность в условиях скученности после катастроф)

Инфекционные заболевания

- **Трансмиссивные:** малярия, лихорадка денге, японский энцефалит, хантавирус
- **Кишечные инфекции:** сальмонеллез, кампилобактериоз
- **Зоонозы:** распространение возбудителей от животных к человеку

Психические расстройства

- Посттравматическое стрессовое расстройство (после катастроф)
- Тревожные расстройства (экологическая тревога)
- Депрессия (утрата жилья, средств к существованию)

Заболевания почек

- Обезвоживание на фоне жары
- Образование камней в почках

3. УЯЗВИМЫЕ ГРУППЫ НАСЕЛЕНИЯ

Бремя климатических изменений распределяется неравномерно. Уязвимость определяется не только экспозицией к климатическому фактору, но и способностью адаптироваться.

Факторы уязвимости

1. **Демографические:** дети, пожилые, беременные женщины
2. **Социальные:** низкий доход, социальная изоляция, отсутствие доступа к медицинской помощи
3. **Жилищные:** плохое качество жилья, его нестабильность
4. **Территориальные:** проживание в регионах с высокой подверженностью климатическим угрозам
5. **Здоровье:** наличие хронических заболеваний, инвалидность

В регионах, подверженных климатическим рискам, уровень смертности от экстремальных погодных явлений в 15 раз выше, чем в более защищенных.

Климатическая справедливость (Climate Justice)

Страны с низким и средним уровнем дохода вносят минимальный вклад в глобальные выбросы, но несут непропорционально тяжелое бремя климатических последствий. Это создает **этический императив** для врачей: при планировании профилактических мер учитывать социальные детерминанты здоровья и доступность ресурсов для уязвимых групп.

4. АДАПТАЦИЯ СИСТЕМЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Адаптация — это действия, которые корректируют практики, процессы и структуры для снижения негативных последствий изменения климата.

На уровне медицинской организации

1. **Оценка рисков:** каждая медицинская организация должна оценить, какие климатические угрозы для нее наиболее актуальны (жара, наводнения, загрязнение воздуха)
2. **Планирование непрерывности:** планы работы при отключении электроэнергии, нарушении цепочек поставок, нехватке персонала
3. **Системы раннего предупреждения:** например, системы оповещения о волнах жары для пациентов из группы риска
4. **Обучение персонала:** врачи должны уметь распознавать и лечить состояния, связанные с климатическими воздействиями, и консультировать пациентов

На уровне врачебной практики

1. **Скрининг климатической уязвимости** — интеграция оценки климатических рисков в стандартный сбор анамнеза
2. **Информированное консультирование** — рекомендации для пациентов с хроническими заболеваниями в периоды жары или загрязнения воздуха
3. **Профилактическая направленность** — использование «моментов обучения» для обсуждения здорового образа жизни и экологических аспектов здоровья

Климатически адаптированные решения

Нет универсальной модели адаптации — интервенции должны быть локально адаптированы и ориентированы на конкретные уязвимые группы.

5. ОПЫТ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ: СВЯЗ КЛИМАТА, ЭКОЛОГИИ И ЗДОРОВЬЯ

Кыргызская Республика сталкивается с климатическими вызовами, характерными для Центральноазиатского региона. Исследования, проводимые в рамках подхода «Одного здоровья» (One Health), показывают, что изменение климата представляет серьезную угрозу для здоровья населения, особенно в сельских общинах, где животноводство является основой существования.

Ситуация с медицинскими отходами

В Кыргызстане была разработана и внедрена инновационная система управления медицинскими отходами, получившая название «**Нарынская модель**». Ее ключевые компоненты включают:

- Механические устройства для удаления игл
- Сортировка с использованием автоклавируемых контейнеров
- Обработка отходов с помощью автоклавов
- Переработка стерилизованных пластиковых и металлических частей
- Цементные ямы для анатомических отходов

Внедрение системы показало **33% ежегодной экономии** по сравнению с предыдущими затратами на управление отходами. К 2015 году система охватывала 67,3% всех больничных коек.

Правовая база

- Постановление Правительства №719 от 2019 года «Об управлении медицинскими отходами и ртутьсодержащими продуктами в организациях здравоохранения»
- Практическое руководство «Водоснабжение, санитария и гигиена в организациях здравоохранения Кыргызской Республики в рамках инфекционного контроля» (июнь 2021)

6. КОНЦЕПЦИЯ «ОДНОГО ЗДОРОВЬЯ» (ONE HEALTH) В КОНТЕКСТЕ КЛИМАТА

Изменение климата — это сущностная угроза для здоровья людей, животных и экосистем. Концепция «Одного здоровья» предлагает интегративный подход:

Почему это важно для врача?

Сфера	Связь
Продовольственная безопасность	Изменение климата влияет на качество и доступность пищи
Зоонозные инфекции	Меняющиеся климатические условия расширяют ареалы переносчиков
Антибиотикорезистентность	Экологическое давление ускоряет развитие устойчивости
Экосистемные услуги	Здоровье природы = здоровье человека

Практический вывод для врача: невозможно лечить пациента, игнорируя экосистемные изменения. Профилактика должна учитывать климатические факторы на индивидуальном и популяционном уровнях.

Представьте себе типичную больницу на 500 коек. За один день она:

- Потребляет столько же электроэнергии, сколько небольшой жилой квартал
- Расходует воды достаточно для заполнения нескольких олимпийских бассейнов в год
- Генерирует отходы, среди которых есть и опасные для окружающей среды и здоровья людей

При этом больница — это место, где мы лечим людей. Как совместить заботу о пациентах сегодня с заботой о здоровье будущих поколений? Ответ — через внедрение принципов **«зеленой больницы»** (Green Hospital).

Сегодня мы разберем три ключевых аспекта экологического следа медицинской организации:

1. **Медицинские отходы** — классификация, риски, современные подходы к управлению

2. **Энергопотребление** — кто главные потребители и как снизить нагрузку
3. **Водопользование** — где вода расходуется и как ее сберечь

1. МЕДИЦИНСКИЕ ОТХОДЫ: КЛАССИФИКАЦИЯ, РИСКИ, УПРАВЛЕНИЕ

Что такое медицинские отходы?

Медицинские отходы — это все отходы, образующиеся в результате деятельности медицинских организаций: больниц, поликлиник, лабораторий, стоматологических кабинетов, аптек и даже частных врачебных практик.

По оценкам Всемирной организации здравоохранения, примерно **75–95% медицинских отходов** по своему составу близки к обычным бытовым отходам. Они не представляют повышенной опасности. Однако оставшиеся **5–25% относятся к категории опасных** и могут вызывать серьезные последствия для здоровья людей и окружающей среды.

Почему медицинские отходы требуют особого внимания?

Проблема №1: Инфекционный риск

Иглы, скальпели, кровь, выделения пациентов — все это может содержать патогены. Гепатит В, гепатит С, ВИЧ-инфекция — эти вирусы могут сохраняться во внешней среде и представлять реальную угрозу для персонала, занимающегося утилизацией.

Практический пример из практики:

В 2000-х годах в одной из стран Юго-Восточной Азии была зафиксирована вспышка гепатита В среди детей. Расследование показало, что причиной стало использование нестерильных игл, которые были извлечены из мусорных контейнеров и перепроданы. Это трагический пример того, как ненадлежащее управление отходами может стать причиной эпидемии.

Проблема №2: Химический и фармацевтический риск

Просроченные лекарства, химические реактивы, дезинфицирующие средства, ртуть из разбитых термометров — все это при неправильной утилизации попадает в почву и воду. Особенно опасны:

- **Антибиотики** — способствуют развитию антибиотикорезистентности в окружающей среде
- **Цитостатики** (противораковые препараты) — мутагенные и канцерогенные
- **Тяжелые металлы** (ртуть, кадмий, свинец) — накапливаются в пищевых цепях

Проблема №3: Экологический след

Сжигание медицинских отходов (инсинерация) выделяет диоксины и фураны — высокотоксичные соединения, которые относятся к стойким органическим загрязнителям. Они накапливаются в жировой ткани, влияют на репродуктивную систему и могут вызывать рак.

Классификация медицинских отходов в Кыргызской Республике

В Кыргызстане действует классификация, основанная на рекомендациях ВОЗ. Отходы делятся на несколько классов:

Класс	Название	Характеристика	Примеры
Класс А	Неопасные отходы	Близки к бытовым, не представляют эпидемической опасности	Пищевые отходы, упаковка, бумага, канцелярские товары
Класс Б	Опасные отходы	Инфицированные или потенциально инфицированные	Использованные иглы, скальпели, перевязочный материал с кровью, биологические жидкости
Класс В	Чрезвычайно опасные отходы	Контакт с особо опасными инфекциями	Отходы от пациентов с карантинными инфекциями (чума, холера, особо опасные вирусные лихорадки)
Класс Г	Токсикологически опасные отходы	Содержат химические вещества, лекарства, ртуть	Просроченные лекарства, дезинфицирующие средства, разбитые термометры
Класс Д	Радиоактивные отходы	Содержат радионуклиды	Отходы от ядерной медицины, лучевой терапии

Важное уточнение для практики:

Смешивание отходов разных классов категорически запрещено! Если опасные отходы (Класс Б) попадают в общий контейнер с неопасными (Класс А), весь объем автоматически становится опасным. Это увеличивает стоимость утилизации и создает дополнительные риски.

Современные подходы к управлению медицинскими отходами

Традиционный подход (устаревший)

- Смешанный сбор всех отходов → Сжигание → Захоронение золы

Недостатки:

- Высокие выбросы диоксинов
- Потеря ресурсов (ничего не перерабатывается)
- Высокая стоимость сжигания

Современный подход (интегрированный)

Раздельный сбор → Обработка (в зависимости от класса) → Переработка/Безопасное захоронение

Этапы современного управления:

1. **Раздельный сбор на источнике** — цветовые коды для контейнеров (красный — опасные, желтый — инфекционные, черный — неопасные)
2. **Обработка на месте** — автоклавирование, микроволновая обработка, химическая дезинфекция

3. **Транспортировка** — специальные контейнеры, исключая утечку и повреждение
4. **Финальная утилизация** — переработка (пластик становится сырьем для новых изделий), безопасное захоронение или сжигание в специализированных установках с высокой температурой (для фармацевтических отходов)

«Нарынская модель» — опыт Кыргызстана

В Кыргызской Республике была разработана и внедрена инновационная система управления медицинскими отходами, получившая название **«Нарынская модель»**.

Ключевые компоненты системы:

1. **Устройства для удаления игл** — механические устройства, которые позволяют безопасно отделить иглу от шприца, исключая контакт персонала с острой частью. Иглы собираются в специальный герметичный контейнер, который невозможно проткнуть.
2. **Сортировка в автоклавируемых контейнерах** — специальные контейнеры, которые можно загружать в автоклав для стерилизации без перекладывания отходов. Это снижает риск контакта с инфицированным материалом.
3. **Обработка в автоклавах** — паровая стерилизация под давлением при температуре 121-134°C. После автоклавирования инфекционные отходы теряют свою опасность.
4. **Переработка стерилизованных материалов** — после автоклавирования пластик и металлы могут быть переработаны. Например, из стерилизованного пластика можно производить строительные материалы или предметы хозяйственного назначения (не контактирующие с пищей).
5. **Цементные ямы для анатомических отходов** — для безопасного захоронения биологических тканей и органов. Они заливаются цементом, что предотвращает контакт с грунтовыми водами и животными.

Результаты внедрения:

Исследование, опубликованное в 2015 году, показало, что внедрение системы привело к **33% ежегодной экономии** по сравнению с предыдущими затратами на управление отходами. К 2015 году система охватывала 67,3% всех больничных коек в стране.

Почему это важно для врача?

Каждый медицинский работник должен знать, как правильно сортировать отходы на своем рабочем месте. Это не «дополнительная бумажная работа» — это прямая ответственность, от которой зависит безопасность пациентов, персонала и общества.

Рекомендации для практики

Что должен делать врач на своем рабочем месте:

1. Сразу после использования сортировать отходы в правильные контейнеры
2. Использованные иглы помещать в защитные контейнеры, не надевая колпачок обратно (самая частая причина травм персонала!)

3. Не переполнять контейнеры — заполнять не более чем на $\frac{3}{4}$
4. Сообщать руководству о любых нарушениях в системе обращения с отходами
5. Собственным примером показывать коллегам важность правильной утилизации

2. ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ В МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Кто главные потребители энергии в больнице?

Медицинские организации — одни из самых энергоемких зданий. По данным исследований, больницы потребляют от 2 до 3 раз больше энергии на квадратный метр, чем обычные офисные здания.

Основные потребители:

Потребитель	Доля в общем энергопотреблении	Почему так много?
Системы вентиляции и кондиционирования (HVAC)	30-40%	Необходимость поддержания чистоты воздуха, температуры, влажности в операционных, палатах интенсивной терапии, лабораториях
Освещение	15-20%	Круглосуточная работа, высокие требования к освещенности (особенно в операционных)
Медицинское оборудование	15-20%	МРТ, КТ, рентгеновские установки, лабораторное оборудование
Стерилизация	5-10%	Автоклавы работают при высокой температуре и давлении
Лифты и эскалаторы	3-5%	Особенно в многоэтажных стационарах
Прочее	10-15%	Электропитание, компьютеры, бытовая техника для персонала

Почему энергопотребление в медицине — это не только про деньги?

1. Экологический аспект

В Кыргызстане значительная часть электроэнергии вырабатывается гидроэлектростанциями. Но в зимний период, когда реки мелеют, страна импортирует угольную электроэнергию из соседних государств. Сжигание угля — один из главных источников выбросов парниковых газов и загрязнения воздуха мелкими частицами (PM 2.5).

Цифра для размышления:

Сокращение энергопотребления больницы на 10% может снизить ее углеродный след на сотни тонн CO₂-эквивалента в год.

2. Экономический аспект

В условиях дефицита бюджета здравоохранения каждая сэкономленная единица энергии — это деньги, которые можно направить на лекарства, оборудование или зарплату персонала.

3. Аспект надежности

Энергосберегающие меры часто сопровождаются модернизацией систем, что повышает их надежность. В условиях нестабильного энергоснабжения это критически важно для функционирования медицинского оборудования жизнеобеспечения.

Практические примеры энергосбережения

Пример 1: Замена освещения на светодиодное (LED)

В больнице на 400 коек заменили люминесцентные лампы на LED. Экономия электроэнергии составила 40% от ранее затрачиваемой на освещение. Срок окупаемости — 2 года. Дополнительный бонус: LED-лампы не содержат ртути, что упрощает их утилизацию.

Механизм:

- Люминесцентная лампа 36 Вт → LED-лампа 18 Вт
- При 24-часовой работе экономия составляет $18 \text{ Вт} \times 24 \text{ часа} \times 365 \text{ дней} = 157,7 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ в год с одной лампы
- Для 1000 ламп экономия составляет 157,7 МВт·ч в год

Пример 2: Автоматизация управления HVAC

Системы вентиляции и кондиционирования в больницах работают круглосуточно, но интенсивность может варьироваться. Установка датчиков движения и CO₂ позволяет автоматически снижать мощность вентиляции в ночное время и в выходные дни, когда количество персонала и пациентов меньше.

Механизм:

- Днем: 100% мощности
- Ночью (23:00-06:00): 60% мощности
- Экономия: до 25% от затрат на HVAC

Пример 3: Утилизация тепла

В больницах постоянно работает оборудование, выделяющее тепло (автоклавы, системы охлаждения оборудования). Установка теплообменников позволяет использовать это тепло для подогрева воды или отопления помещений.

Механизм:

- Автоклав выделяет горячий пар при работе
- Теплообменник забирает тепло и передает его системе горячего водоснабжения
- Экономия на подогреве воды — до 30%

Энергоаудит как основа для действий

Энергоаудит — это системный анализ энергопотребления организации, позволяющий выявить точки наибольших потерь и разработать план мероприятий.

Этапы энергоаудита:

1. **Сбор данных** — снятие показаний счетчиков за год, анализ счетов за электроэнергию, тепло, воду
2. **Обследование** — осмотр зданий, оборудования, систем отопления, вентиляции
3. **Выявление точек потерь** — плохая теплоизоляция, устаревшее оборудование, неэффективные лампы
4. **Разработка рекомендаций** — что менять, в каком порядке, с расчетом экономии и окупаемости

Что может сделать врач без энергоаудита:

- Выключать свет в помещениях, где никого нет
- Выключать компьютер и монитор на ночь (вместо режима сна)
- Закрывать окна при работающем кондиционере
- Сообщать руководству о неисправностях в системах отопления/охлаждения

3. ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Куда уходит вода в больнице?

Медицинские организации — одни из крупнейших потребителей воды в общественном секторе. Вода расходуется на:

Назначение	Доля в общем водопотреблении	Комментарий
Хозяйственно-бытовые нужды	40-50%	Душевые, туалеты, уборка помещений
Медицинские процедуры	15-20%	Стерилизация, приготовление растворов, диализ
Стирка белья	15-20%	Больничное белье стирается ежедневно при высоких температурах
Системы охлаждения оборудования	10-15%	МРТ, КТ, рентгеновские установки
Лаборатории	5-10%	Анализы, приготовление реактивов, промывка оборудования

Водный след медицинской деятельности

Водный след — это объем пресной воды, используемой для производства товаров или оказания услуг на протяжении всего жизненного цикла.

Для медицины это важно, потому что:

- Вода используется не только в самой больнице, но и на всех этапах производства лекарств, одноразовых изделий, оборудования
- Загрязненные больничные сточные воды содержат химические вещества, антибиотики, патогены, которые трудно удалить обычными методами очистки

Практический пример:

Производство одного комплекта хирургических перчаток требует более 100 литров воды (от выращивания каучуковых деревьев до обработки латекса и упаковки).

Проблема сточных вод медицинских организаций

Больничные сточные воды содержат широкий спектр загрязнителей:

1. **Биологический:** патогенные бактерии, вирусы, яйца гельминтов
2. **Химический:** лекарственные препараты (антибиотики, гормоны, цитостатики), дезинфицирующие средства, тяжелые металлы
3. **Радиоактивный:** при работе с радиоактивными изотопами

Особую проблему представляют **микрозагрязнители** — фармацевтические вещества в сверхмалых концентрациях (нг/л - мкг/л). Обычные очистные сооружения не рассчитаны на их удаление.

Механизм действия:

Антибиотики в сточных водах даже в малых концентрациях способствуют развитию устойчивости бактерий в природной среде. Это создает резервуары генов антибиотикорезистентности в окружающей среде, которые могут передаваться патогенным бактериям.

Принципы водосбережения в «зеленой больнице»

1. Учет и мониторинг

Установка счетчиков воды на всех вводах и в отделениях — основа для понимания, где вода расходуется больше всего.

2. Водосберегающая сантехника

- Аэраторы на кранах — снижают расход воды на 30-40% без потери напора
- Двухрежимные унитазы — позволяют выбирать объем смыва
- Бесконтактные смесители — исключают потери воды во время мытья рук

3. Оборудование с низким водопотреблением

- Стиральные машины с циклами экономной стирки
- Автоклавы с рециркуляцией воды
- Системы охлаждения с замкнутым контуром

4. Сбор дождевой воды

Для технических нужд (полив, смыв) может использоваться дождевая вода. Это снижает нагрузку на городские системы водоснабжения.

5. Повторное использование

Вода, использованная для охлаждения оборудования, может применяться повторно в системе охлаждения после очистки.

Пример из практики

Больница в Нидерландах:

В крупной университетской больнице внедрили систему замкнутого цикла водоснабжения:

- Сточные воды проходят мембранную очистку
- Очищенная вода используется для охлаждения оборудования и смыва в туалетах
- Экономия пресной воды — 40%
- Срок окупаемости системы — 5 лет

4. ПРИНЦИПЫ «ЗЕЛЕННОЙ БОЛЬНИЦЫ» (GREEN HOSPITAL)

Что такое «зеленая больница»?

«Зеленая больница» — это медицинская организация, которая минимизирует негативное воздействие на окружающую среду, одновременно обеспечивая высокое качество медицинской помощи и безопасность пациентов и персонала.

«Зеленая больница» — это не отдельное здание, а **системный подход**, охватывающий все аспекты деятельности.

Четыре столпа «зеленой больницы»

1. Устойчивое проектирование и строительство

- Использование экологически чистых материалов
- Естественное освещение
- Эффективная теплоизоляция
- «Зеленые» крыши (с растениями) для снижения тепловой нагрузки

2. Ресурсоэффективность

- Энергосбережение
- Водосбережение
- Сокращение отходов

3. Качество внутренней среды

- Чистый воздух (фильтрация, контроль CO₂)
- Естественное освещение
- Акустический комфорт (снижение шума)
- Использование нетоксичных чистящих средств и красок

4. Инновации и вовлеченность персонала

- Внедрение новых технологий
- Обучение персонала
- Участие пациентов в «зеленых» инициативах

Принципы «зеленой больницы» в повседневной практике

Принцип	Что это значит на практике	Пример
Минимизация отходов	Сокращение количества одноразовых изделий там, где это безопасно	Переход на многоразовые текстильные хирургические шапочки вместо одноразовых
Экологичные закупки	Выбор товаров с меньшим экологическим следом	Закупка чистящих средств без хлора и фосфатов
Устойчивое питание	Рациональное меню с учетом экологического следа продуктов	Увеличение доли растительных продуктов, сокращение пищевых отходов
«Зеленый» транспорт	Стимулирование активного и экологичного транспорта	Велосипедные парковки для сотрудников, телемедицина для пациентов
Климатическая адаптация	Готовность к климатическим угрозам	Планы на случай жары, наводнений, нарушения электроснабжения

Почему «зеленая больница» — это еще и безопасная больница?

Исследования показывают, что принципы «зеленого» проектирования улучшают не только экологические показатели, но и клинические исходы:

- **Естественное освещение** ускоряет выздоровление, снижает уровень депрессии у пациентов, уменьшает количество ошибок персонала
- **Чистый воздух** с правильной влажностью снижает риск внутрибольничных инфекций
- **Снижение шума** улучшает сон пациентов, что положительно влияет на заживление ран

Ключевая мысль:

Экологическая устойчивость и качество медицинской помощи — не противоречие, а взаимодополняющие цели.

5. ЧТО МОЖЕТ СДЕЛАТЬ ВРАЧ УЖЕ СЕГОДНЯ?

Минимальный набор действий на рабочем месте

1. **Сортировать отходы.** Знать цветовую кодировку контейнеров и строго ее соблюдать.
2. **Экономить воду.** Не оставлять кран открытым во время мытья рук (использовать бесконтактные смесители или закрывать кран во время намыливания).
3. **Экономить энергию.** Выключать мониторы, компьютеры, оборудование, когда оно не используется. Использовать естественное освещение там, где это возможно.

4. **Бережно использовать расходные материалы.** Не открывать упаковки «про запас», использовать их только по назначению.
5. **Сообщать руководству.** Если видите проблемы: протекающие краны, неработающую автоматику, переполненные контейнеры с отходами — сообщите.

Как врач может влиять на системном уровне

1. **Участие в «зеленых» закупках.** При выборе лекарств и расходных материалов учитывать не только цену, но и экологический след.
2. **Климатически информированное консультирование.** Рассказывать пациентам о связи между их образом жизни, здоровьем и состоянием окружающей среды.
3. **Исследовательская работа.** Участвовать в проектах по оценке экологического следа медицинских вмешательств (например, сравнивать одноразовые и многоразовые подходы).
4. **Наставничество.** Обучать младший медицинский персонал правилам сортировки отходов и ресурсосбережения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ключевые выводы лекции

1. **Изменение климата — это медицинский диагноз.** Оно влияет на сердечно-сосудистые, респираторные, инфекционные и психические заболевания.
2. **Пути воздействия многообразны.** От прямых (жара, наводнения) до опосредованных (изменение переносчиков, качество воздуха, продовольственная безопасность).
3. **Уязвимость неравномерна.** Социальные детерминанты здоровья определяют способность адаптироваться.
4. **Адаптация систем здравоохранения необходима.** Нет единой модели — нужны локальные решения.
5. **Врач играет ключевую роль.** Скрининг уязвимости, климатически информированное консультирование, участие в адаптационных стратегиях.

ВОПРОСЫ ДЛЯ РАЗМЫШЛЕНИЯ

1. **Медицинские отходы — проблема не только гигиеническая, но и экологическая.** Правильная сортировка на источнике — основа безопасного управления.
2. **Энергопотребление больниц — серьезный вызов.** Даже простые меры (LED-лампы, автоматизация HVAC, утилизация тепла) могут принести значительный экологический и экономический эффект.

3. **Вода — ценный ресурс.** Больничные сточные воды содержат загрязнители, которые трудно удалить. Сбережение воды — ответственность каждого.
4. **«Зеленая больница» = безопасная больница.** Принципы экологической устойчивости не противоречат качеству медицинской помощи, а дополняют его.
5. **Каждый врач может внести вклад.** Знания, внимание к деталям и личный пример — три кита, на которых строится экологическая культура в медицинской организации.
6. **Почему социальные детерминанты здоровья важнее климатического фактора для оценки уязвимости пациента?** Потому что именно они определяют возможность избежать воздействия и получить помощь.
7. **Какие климатически чувствительные заболевания наиболее актуальны для Кыргызстана?** (Подумайте о загрязнении воздуха в зимний период, водных инфекциях, зоонозах в сельских районах, жаре в городах).
8. **Как врач может интегрировать принцип «климатической справедливости» в свою ежедневную практику?** (Путем учета социального статуса пациента при планировании профилактики, разъяснительной работы, участия в общественном здравоохранении).
9. **Почему смешивание отходов разных классов делает весь объем опасным?** (Потому что невозможно гарантировать безопасность при последующей обработке, а стоимость утилизации возрастает многократно).
10. **Как вы думаете, какой источник энергопотребления в типичной больнице Кыргызстана — самый большой? Почему?** (Скорее всего, HVAC — из-за необходимости поддерживать температурный режим в холодные зимы при плохой теплоизоляции зданий советской постройки).
11. **Почему антибиотики в сточных водах — это проблема для общественного здравоохранения?** (Они создают резервуары антибиотикорезистентности в природной среде, откуда гены устойчивости могут передаваться патогенным бактериям).
12. **Может ли врач влиять на экологическую устойчивость больницы, не занимая руководящую должность?** (Да, через личный пример, обучение коллег, участие в инициативных группах, информирование руководства о проблемах).

ЛИТЕРАТУРА

1. Haines A, Ebi K. The imperative for climate action to protect health. *N Engl J Med*. 2019;380(3):263-273.
2. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Geneva: IPCC; 2023.
3. Peng Bi, Tiantian Li, Yonghong Li, et al. Climate change and health adaptation: tailored interventions are needed. *Biomed Environ Sci*. 2025;38(11):1351-1353. doi:10.3967/bes2025.114
4. World Health Organization. Lancet Countdown report calls for climate-driven health action. Published November 15, 2023. Accessed August 12,

2026. <https://www.who.int/news/item/15-11-2023-lancet-countdown-report-calls-for-climate-driven-health-action>
5. World Health Organization. Climate change and health. Fact sheet. October 2023. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>
 6. World Health Organization. *Climate Change and Health: Key Facts*. Geneva: WHO; 2023.
 7. Toktobaev N, et al. An innovative national health care waste management system in Kyrgyzstan. *Waste Manag Res*. 2015;33(2):130-138. doi:10.1177/0734242X14565209
 8. National Academy of Medicine. *A Research Agenda for Climate Change and Human Health*. Washington, DC: NAM; 2025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK614580/>
 9. United Nations Development Programme (UNDP). Medical staff in Cholpon Ata improve their knowledge on healthcare waste management. Published April 19, 2021. <https://www.undp.org/kyrgyzstan/press-releases/medical-staff-cholpon-ata-improve-their-knowledge-healthcare-waste-management>
 10. Melbourne School of Population and Global Health. Community Climate Health Amongst Livestock Keepers in Kyrgyzstan. University of Melbourne. Accessed August 12, 2026. <https://mspgh.unimelb.edu.au/research-groups/nossal-institute-for-global-health/one-health/cchalkk2>
 11. World Health Organization. *Health Care Waste Management Fact Sheet*. Geneva: WHO; 2023. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>
 12. Toktobaev N, Karanis P, Karanis G, et al. An innovative national health care waste management system in Kyrgyzstan. *Waste Manag Res*. 2015;33(2):130-138. doi:10.1177/0734242X14565209
 13. United Nations Development Programme (UNDP). Medical staff in Cholpon Ata improve their knowledge on healthcare waste management. Published April 19, 2021. Accessed August 12, 2026. <https://www.undp.org/kyrgyzstan/press-releases/medical-staff-cholpon-ata-improve-their-knowledge-healthcare-waste-management>
 14. Government of the Kyrgyz Republic. Decree No. 719 "On the management of medical waste and mercury-containing products in healthcare organizations". Bishkek; 2019.
 15. Health Care Without Harm. *Safe Health Care Waste Management: Policy Paper*. Arlington, VA: Health Care Without Harm; 2022.
 16. Ulrich R, Zimring C, Zhu X, et al. *The Role of the Physical Environment in the Hospital of the 21st Century: A Once-in-a-Lifetime Opportunity*. Concord, CA: Center for Health Design; 2008.
 17. WHO Regional Office for Europe. *Water Safety in Healthcare Facilities*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2021.
 18. Abu-Hashem A, Saadeh D, Qutishat A, et al. Strategies for enhancing energy efficiency in healthcare facilities: a case study. *Energy Procedia*. 2019;157:105-118.
 19. Clancy E, Johnson L, Bensyl D. Water footprint of hospital operations. *J Environ Health*. 2020;83(4):8-16.
 20. National Academy of Medicine. *Research Agenda for Climate Change and Human Health*. Washington, DC: National Academies Press; 2025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK614580/>

ЛЕКЦИЯ №3: ЭКО-ДИЗАЙН И УСТОЙЧИВЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ. ПРАВОВЫЕ И ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗЕЛЕННОГО ПЕРЕХОДА В МЕДИЦИНЕ

Продолжительность: 2 академических часа (90 минут)

ВВЕДЕНИЕ

Уважаемые студенты!

На предыдущих лекциях мы обсудили, как изменение климата влияет на здоровье населения, какие экологические проблемы создает деятельность медицинских организаций и как можно управлять отходами, энергией и водой. Сегодня мы поднимаемся на следующий уровень: от операционного управления мы переходим к **стратегическому проектированию**.

Представьте, что вы не просто врач, который лечит пациента сегодня, а человек, который влияет на то, как будет выглядеть медицина через 10, 20, 50 лет. Какие медицинские изделия будут использоваться? Как они будут производиться? Что будет с ними после использования? И как совместить две, казалось бы, противоположные ценности: **безопасность пациента и экологическую устойчивость?**

Сегодня мы разберем:

- 1. Что такое эко-дизайн и как он применяется в медицине?
- 2. Как выбирать экологичные медицинские изделия (критерии «зеленых» закупок)?
- 3. Одноразовые и многоразовые — как найти баланс?
- 4. Что такое циркулярная экономика в здравоохранении?
- 5. Какие правовые и этические дилеммы возникают при «зеленом» переходе?

1. ЭКО-ДИЗАЙН В МЕДИЦИНЕ: ОТ КОНЦЕПЦИИ К ПРАКТИКЕ

Что такое эко-дизайн?

Эко-дизайн (экологический дизайн) — это подход к проектированию продуктов, который учитывает воздействие на окружающую среду на всех этапах жизненного цикла: от добычи сырья до утилизации. Цель эко-дизайна — минимизировать негативное воздействие, сохраняя при этом функциональность, безопасность и качество продукта.

В контексте медицины эко-дизайн означает создание медицинских изделий, лекарств, оборудования и упаковки с учетом их экологического следа.

Принципы эко-дизайна в медицине

Принцип	Что это значит	Пример в медицине
Минимизация материалов	Использовать меньше сырья для производства	Уменьшение толщины упаковки при сохранении стерильности
Выбор экологичных	Использовать	Переход с пластика на

материалов	возобновляемые, перерабатываемые или биоразлагаемые материалы	бумагу для упаковки инструментов
Энергоэффективность производства	Снижать энергопотребление на всех этапах	Использование солнечной энергии на заводах по производству медицинских изделий
Увеличение срока службы	Проектировать изделия, которые служат дольше	Многоразовые хирургические инструменты из титана
Возможность ремонта и модернизации	Изделия должны ремонтироваться, а не заменяться	Модульное оборудование (КТ, МРТ), где можно заменять отдельные блоки
Легкость разборки для переработки	Изделие должно легко разделяться на компоненты для переработки	Конструкция шприцев, где металл и пластик легко разделяются
Снижение токсичности	Исключение опасных веществ	Замена ртутных термометров и тонометров на безопасные альтернативы

Почему эко-дизайн важен в медицине?

Медицинские изделия традиционно проектируются с приоритетом **безопасности и эффективности**, и это абсолютно правильно. Однако экологические аспекты долгое время оставались на втором плане. Ситуация меняется по нескольким причинам:

Причина 1: Масштаб проблемы

Сектор здравоохранения генерирует около 4–5% глобальных выбросов парниковых газов. Производство и утилизация медицинских изделий составляют значительную часть этого следа.

Цифра для размышления:

Только хирургические процедуры ежегодно генерируют миллионы тонн отходов. Например, одна операция по замене тазобедренного сустава создает от 8 до 15 кг медицинских отходов.

Причина 2: Ресурсные ограничения

Многие материалы, используемые в медицине (редкоземельные металлы для электроники, платина для некоторых видов оборудования, полимеры из нефти), являются ограниченными ресурсами. Эко-дизайн способствует их более рациональному использованию.

Причина 3: Регуляторное давление

Все больше стран вводят требования к экологичности медицинских продуктов. В Европейском союзе действует Директива об экодизайне, которая распространяется и на медицинское оборудование.

Причина 4: Экономическая выгода

Эко-дизайн часто приводит к снижению затрат на производство и утилизацию. Например, уменьшение упаковки снижает транспортные расходы и затраты на хранение.

Примеры эко-дизайна в медицине

Пример 1: Экологичная упаковка для хирургических наборов

Традиционно хирургические наборы упаковываются в несколько слоев пластика и бумаги. Компания, производящая хирургические инструменты, разработала упаковку, которая на 30% легче и на 25% меньше по объему, при этом сохраняя стерильность. Это позволило снизить транспортные выбросы на 20% и уменьшить количество отходов упаковки.

Пример 2: Многоразовая система доставки лекарств

Вместо одноразовых шприцев для введения определенных препаратов была разработана многоразовая инъекционная система. Единственный одноразовый элемент — игла и небольшой картридж с лекарством. Остальные компоненты стерилизуются и используются многократно. По оценкам, это сокращает отходы на 70% по сравнению с полностью одноразовой системой.

Пример 3: Биоразлагаемые имплантаты

Традиционные имплантаты (например, для остеосинтеза) требуют повторной операции для удаления после заживления кости. Биоразлагаемые имплантаты из полимеров на основе молочной кислоты постепенно растворяются в организме, не требуя повторного вмешательства. Это не только снижает риск операционных осложнений, но и устраняет необходимость в повторной операции, со всеми сопутствующими выбросами и отходами.

Механизм действия:

Полимеры на основе полилактида (PLA) и полигликолида (PGA) гидролизуются в организме, высвобождая молочную и гликолевую кислоты, которые естественным образом метаболизируются. Скорость деградации можно контролировать, изменяя молекулярную массу и соотношение мономеров.

2. «ЗЕЛЕННЫЕ» ЗАКУПКИ (GREEN PROCUREMENT) В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Что такое «зеленые» закупки?

«Зеленые» закупки (Green Public Procurement, GPP) — это процесс выбора товаров, услуг и работ с меньшим воздействием на окружающую среду на протяжении их жизненного цикла. В здравоохранении это означает, что при закупке медицинских изделий, лекарств, оборудования и услуг учитываются не только цена и технические характеристики, но и экологические критерии.

Почему «зеленые» закупки важны?

1. Масштаб закупок в здравоохранении

Больницы закупают огромное количество товаров: от лекарств и шприцев до сложного диагностического оборудования и мебели. Эти закупки формируют значительную часть экологического следа здравоохранения. По оценкам, закупки товаров и услуг (Score 3) составляют до 70% углеродного следа медицинских организаций.

Цифра для размышления:

Средняя больница на 400 коек закупает более 50 000 различных наименований товаров в год.

2. Эффект «рычага»

Здравоохранение — крупный покупатель. Изменение требований к поставщикам со стороны больниц заставляет производителей пересматривать свои производственные процессы и внедрять более экологичные решения.

3. Экономия средств

Хотя «зеленые» продукты могут иметь более высокую начальную цену, их общая стоимость владения (Total Cost of Ownership, TCO) часто оказывается ниже за счет снижения затрат на энергию, воду, утилизацию и более длительного срока службы.

Критерии «зеленых» закупок в здравоохранении

Критерий 1: Состав материалов

- Предпочтение материалам с меньшим экологическим следом (переработанный пластик вместо первичного, биоразлагаемые материалы)
- Исключение опасных веществ (фталаты, бисфенол А, ртуть, свинец, кадмий)
- Маркировка о содержании вторичного сырья

Критерий 2: Упаковка

- Минимальная упаковка при сохранении стерильности
- Использование перерабатываемых материалов
- Отказ от избыточного использования пластика
- Возможность возврата упаковки для повторного использования

Критерий 3: Энергоэффективность при использовании

- Маркировка энергоэффективности для оборудования
- Наличие режимов энергосбережения
- Использование возобновляемых источников энергии при производстве

Критерий 4: Долговечность и ремонтпригодность

- Ожидаемый срок службы
- Наличие запасных частей
- Возможность ремонта вместо замены
- Модульная конструкция

Критерий 5: Управление на этапе вывода из эксплуатации

- Возможность переработки
- Программы возврата и утилизации от производителя

- Отсутствие опасных материалов, затрудняющих утилизацию

Критерий 6: Экологическая ответственность производителя

- Наличие экологической политики
- Сертификация (ISO 14001, EMAS)
- Социальная ответственность

Как «зеленые» закупки работают на практике?

Этапы внедрения «зеленых» закупок:

1. **Разработка экологических критериев** — определение, какие критерии будут использоваться для каждой категории товаров.
2. **Включение критериев в тендерную документацию** — экологические требования становятся обязательными условиями участия в закупке.
3. **Обучение закупочных комиссий** — члены комиссии должны уметь оценивать экологические аспекты предложений.
4. **Сравнение предложений по критериям жизненного цикла** — оценка не только цены, но и общей стоимости владения с учетом экологических факторов.
5. **Мониторинг выполнения контракта** — проверка того, что поставщик соблюдает экологические требования.

Практический пример из практики:

Больница в Скандинавии при закупке систем для внутривенных инфузий включила в тендер следующие экологические требования:

- Упаковка должна быть на 100% перерабатываемой
- Пластиковые компоненты должны содержать не менее 30% переработанного материала
- Производитель должен иметь программу возврата использованных систем
- Энергопотребление инфузионного насоса не должно превышать 15 Вт

В результате победителем стал поставщик, который предложил систему с самой низкой общей стоимостью владения и наименьшим экологическим следом, несмотря на то, что цена самого устройства была выше, чем у конкурентов.

Барьеры на пути «зеленых» закупок и пути их преодоления

Барьер	Путь преодоления
Более высокая начальная цена	Расчет общей стоимости владения с учетом затрат на энергию, воду, утилизацию
Недостаток информации	Создание баз данных экологически предпочтительных продуктов
Сопротивление персонала	Обучение и разъяснительная работа
Отсутствие правовой базы	Разработка национальных и региональных нормативных документов

Ограниченный выбор	Стимулирование производителей через объединение закупок
---------------------------	---

3. ОДНОРАЗОВЫЕ и МНОГОРАЗОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ: ПОИСК БАЛАНСА

Классическая дилемма

Один из самых сложных вопросов в устойчивом здравоохранении: **что лучше — одноразовые или многоразовые изделия?**

Аспект	Одноразовые	Многоразовые
Инфекционный риск	Минимальный (стерилизация на заводе)	Риск при стерилизации (ошибка персонала, неисправность оборудования)
Удобство	Высокое (готов к использованию)	Требуется логистика сбора, стирки, стерилизации
Экологический след	Высокий (производство, утилизация)	Зависит от региона (энергия для стерилизации, вода для стирки)
Экономическая эффективность	Часто выше на 1 использование	Ниже на 1 использование, но может быть выгоднее при большом количестве использований
Надежность	Гарантированная стерильность	Зависит от качества стерилизации

Когда одноразовые изделия экологичнее многоразовых?

Звучит парадоксально, но в некоторых случаях одноразовые изделия могут быть экологичнее многоразовых. Это происходит, когда:

Ситуация 1: Стерилизация требует огромного количества энергии и воды

В регионах, где электроэнергия производится из угля, а вода является дефицитным ресурсом, многоразовые изделия могут иметь больший углеродный след, чем одноразовые.

Пример из практики:

Исследование сравнивало одноразовые и многоразовые датчики для мониторинга нервно-мышечной передачи в операционной. Оба выполняли одинаковую клиническую функцию с одинаковой точностью и безопасностью. С точки зрения выбросов CO₂ в расчете на одно применение, **одноразовый датчик оказался более устойчивым выбором.**

Почему? Потому что стерилизация многоразового датчика требовала энергии для автоклавирования, воды для промывки, химикатов для дезинфекции, а также логистики (транспортировка туда-обратно).

Ситуация 2: Высокий риск инфицирования

Для процедур с высоким риском инфекционных осложнений (например, при работе с пациентами с особо опасными инфекциями) одноразовые изделия могут быть предпочтительнее, так как они гарантированно стерильны и их утилизация не требует сложной дезинфекции.

Ситуация 3: Сложная геометрия изделия

Некоторые изделия имеют сложную форму (например, эндоскопические инструменты) и их трудно качественно очистить и стерилизовать. В таких случаях одноразовые варианты могут быть безопаснее.

Когда многоразовые изделия экологичнее и экономичнее?

Ситуация 1: Высокая оборачиваемость

Если изделие используется много раз в день (например, хирургические инструменты в крупной операционной), многоразовый вариант становится экономически и экологически выгодным.

Расчет:

- Одноразовый скальпель: 100 сом за штуку
- Многоразовый скальпель: 1000 сом, выдерживает 100 стерилизаций
- Стоимость одной стерилизации: 5 сом
- Стоимость 100 использований многоразового: $1000 + (100 \times 5) = 1500$ сом
- Стоимость 100 одноразовых: $100 \times 100 = 10\,000$ сом
- Экономия: 8500 сом. Плюс снижение отходов на 99%.

Ситуация 2: Низкий углеродный след электроэнергии

В регионах с низкоуглеродной электроэнергией (гидроэлектростанции, атомные станции, ветряки) энергозатраты на стерилизацию оказывают меньшее влияние на климат.

Ситуация 3: Высокое качество стерилизации

В крупных больницах с центральными стерилизационными отделениями и обученным персоналом качество стерилизации соответствует заводскому.

Практические рекомендации для принятия решений

1. **Проводить оценку жизненного цикла (LCA) для каждой категории изделий** — без данных невозможно принять обоснованное решение.
2. **Учитывать региональные факторы** — источник электроэнергии, доступность воды, стоимость утилизации.
3. **Создавать «меню» выбора** — для разных клинических ситуаций могут быть оптимальными разные варианты.
4. **Вовлекать клинический персонал в процесс принятия решений** — именно врачи и медсестры знают, как используется изделие в реальной практике.
5. **Постепенно внедрять изменения** — начинать с категорий, где баланс очевиден.

4. ЦИРКУЛЯРНАЯ ЭКОНОМИКА В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Что такое циркулярная экономика?

Циркулярная экономика — это экономическая система, в которой продукты и материалы сохраняются в использовании как можно дольше, извлекается максимальная

ценность во время использования, и в конце срока службы материалы восстанавливаются и регенерируются для создания новых продуктов.

В отличие от **линейной экономики** («взять — сделать — выбросить»), циркулярная экономика стремится к замкнутому циклу.

Принципы циркулярной экономики в здравоохранении

Принцип	Что это значит	Пример в медицине
Сохранение и продление срока службы	Ремонт, модернизация оборудования вместо замены	Модернизация КТ-сканера вместо полной замены
Повторное использование	Использование изделий многократно	Текстильные хирургические шапочки и маски
Восстановление (refurbishment)	Восстановление использованных изделий до состояния новых	Восстановленные эндоскопы для обучения или использования в ресурсно-ограниченных регионах
Переработка (recycling)	Превращение отходов в сырье для новых продуктов	Переработка стерилизованного пластика из медицинских отходов в строительные материалы
Снижение потребления (reduce)	Использование меньше материалов и энергии	Эко-дизайн упаковки
Замена (replace)	Замена опасных и ресурсоемких материалов на альтернативы	Переход на многоразовые системы доставки лекарств

Примеры циркулярной экономики в медицине

Пример 1: Переработка стерилизованных медицинских отходов («Нарынская модель»)

В Кыргызстане система управления медицинскими отходами включает этап переработки. После автоклавирования (стерилизации паром под давлением) пластиковые и металлические части медицинских отходов становятся безопасными и могут быть переработаны во вторичное сырье.

Технологический процесс:

1. Сортировка отходов на источнике
2. Загрузка в автоклавируемые контейнеры
3. Стерилизация в автоклаве при 134°C в течение 18 минут
4. Дробление и измельчение стерилизованного пластика
5. Использование вторичного пластика для производства строительных материалов, элементов ландшафтного дизайна и других непищевых изделий

Пример 2: Восстановление медицинского оборудования

В развитых странах восстановление оборудования (refurbishment) — быстрорастущий сектор. Крупные производители предлагают программы, по которым использованное

оборудование (МРТ, КТ, УЗИ-аппараты) восстанавливается до заводских характеристик и продается по более низкой цене.

Преимущества:

- Сокращение электронных отходов
- Более доступное оборудование для ресурсно-ограниченных стран
- Снижение углеродного следа по сравнению с производством нового оборудования

Пример 3: Циркулярные модели в фармацевтике

Фармацевтические компании начинают внедрять программы возврата использованных упаковок, а также разрабатывать системы дозирования, где многократно используется дозатор, а сменным элементом является только картридж с лекарством.

Барьеры для циркулярной экономики в здравоохранении

Барьер	Описание
Регуляторные ограничения	Медицинские изделия должны соответствовать строгим требованиям, которые часто предполагают использование новых материалов и одноразовых изделий
Инфекционный риск	Переработка медицинских отходов требует строгого контроля стерильности
Экономические стимулы	Производителям часто выгоднее продавать новые изделия, чем восстанавливать старые
Сопротивление персонала	Восстановленные изделия могут восприниматься как менее надежные
Отсутствие инфраструктуры	Во многих регионах нет систем сбора и переработки

5. ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ «ЗЕЛЕНОГО» ПЕРЕХОДА В МЕДИЦИНЕ

Международный уровень

1. Директива ЕС об экодизайне (2009/125/ЕС)

Устанавливает требования к экодизайну для энергопотребляющих продуктов, включая медицинское оборудование. Директива требует от производителей учитывать экологические аспекты на всех этапах жизненного цикла.

2. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях (POPs)

Ограничивает производство и использование стойких органических загрязнителей, включая диоксины, которые образуются при сжигании медицинских отходов. Кыргызстан является участником Конвенции.

3. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов

Регулирует трансграничное перемещение опасных отходов, включая медицинские.

Национальный уровень: Кыргызская Республика

1. Постановление Правительства №719 от 2019 года

«Об утверждении Правил управления медицинскими отходами и ртутьсодержащими продуктами в организациях здравоохранения».

Ключевые положения:

- Установлены требования к сбору, временному хранению, транспортировке и утилизации медицинских отходов
- Внедрена система классификации отходов (Классы А-Д)
- Установлены требования к обучению персонала
- Введены санкции за нарушения

2. Закон Кыргызской Республики «Об охране окружающей среды»

Устанавливает общие требования к охране окружающей среды, включая обращение с отходами и охрану атмосферного воздуха.

3. Санитарные нормы и правила (СанПиН)

Содержат гигиенические требования к устройству, оборудованию, содержанию больниц, родильных домов и других лечебно-профилактических учреждений, включая требования к вентиляции, водоснабжению и обращению с отходами.

4. Трудовой кодекс Кыргызской Республики

Содержит нормы об охране труда медицинских работников, включая защиту от биологических и химических факторов.

Разрыв между правовой базой и практикой

Несмотря на наличие законодательства, его практическая реализация сталкивается с проблемами:

1. **Недостаток финансирования** — внедрение систем управления отходами, энергосберегающих технологий требует инвестиций
2. **Недостаток обучения** — персонал не всегда знает требования законодательства
3. **Отсутствие контроля** — контроль за соблюдением законодательства часто недостаточен
4. **Устаревшая инфраструктура** — многие больницы были построены десятилетия назад и не отвечают современным требованиям

6. ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗЕЛЕННОГО ПЕРЕХОДА В МЕДИЦИНЕ

Этическая дилемма: безопасность пациента и экологическая устойчивость

Это центральный этический вопрос в устойчивом здравоохранении. Как совместить фундаментальный принцип медицинской этики «не навреди» (*primum non nocere*) с обязанностью не наносить вред планете?

Формулировка дилеммы:

С одной стороны, врач обязан сделать все возможное для безопасности конкретного пациента сегодня. Это может означать использование одноразовых изделий, большее количество диагностических процедур, более агрессивное лечение.

С другой стороны, врач как член общества обязан заботиться о здоровье будущих поколений. Это может означать более сдержанное использование ресурсов, выбор экологически более безопасных альтернатив.

Как разрешить дилемму?

Эксперты предлагают следующие подходы:

1. Безопасность пациента всегда является приоритетом №1

Экологические соображения не должны никогда ставить под угрозу безопасность пациента. Если есть сомнения в безопасности многоразового изделия, следует выбирать одноразовое.

2. Экологическая устойчивость — часть безопасности

Ухудшение состояния окружающей среды — это угроза здоровью населения. Поэтому забота об экологии — это тоже забота о здоровье, только на популяционном уровне.

3. Поиск решений

Важно искать решения, которые одновременно улучшают безопасность пациента и экологическую устойчивость.

Пример:

Переход с ингаляционной анестезии (севофлюран, десфлюран) на внутривенную (пропофол) может быть более экологичным, так как ингаляционные анестетики — мощные парниковые газы. В некоторых случаях внутривенная анестезия также обеспечивает более стабильную гемодинамику и меньшее послеоперационное напряжение.

Принципы принятия этических решений в «зеленой» медицине

1. Принцип информированного согласия

Пациенты имеют право знать об экологических аспектах лечения. Врач должен объяснить, почему выбирается тот или иной подход.

Пример:

«Мы предлагаем вам многоразовый хирургический халат. Он стерилен и безопасен. По сравнению с одноразовым он имеет значительно меньший экологический след, так как не требует производства новых материалов. Однако, если вы настаиваете на одноразовом, мы можем его использовать».

2. Принцип справедливости

Экологическая нагрузка не должна распределяться неравномерно между группами населения. Уязвимые группы не должны страдать от экологических последствий медицинской деятельности в большей степени, чем другие.

3. Принцип профессиональной ответственности

Врачи несут профессиональную ответственность не только за здоровье конкретных пациентов, но и за здоровье населения в целом. Это означает обязанность участвовать в «зеленых» инициативах и пропагандировать экологически ответственное поведение среди коллег и пациентов.

4. Принцип предосторожности

При неопределенности относительно экологических последствий того или иного решения следует выбирать вариант с меньшим потенциальным вредом для окружающей среды, если это не противоречит безопасности пациента.

Практические примеры этических дилемм и их решение

Дилемма 1: Одноразовые инструменты в стоматологии

Ситуация: В стоматологической клинике используются одноразовые зеркала и зонды. С точки зрения инфекционного контроля — это безопасно. Но отходов — огромное количество.

Решение:

После оценки LCA было принято решение использовать многоразовые инструменты из нержавеющей стали, которые стерилизуются в автоклаве. Для пациентов с иммунодефицитом или инфекционными заболеваниями резервируется набор одноразовых инструментов.

Дилемма 2: Упаковка лекарств

Ситуация: Многие лекарства поставляются в индивидуальной упаковке (блистеры), которая не перерабатывается.

Решение: Больница начинает требовать от поставщиков оптовую упаковку (флаконы) для часто используемых препаратов, где это безопасно. Остальные упаковки сортируются для переработки там, где это возможно.

Дилемма 3: Лабораторные анализы

Ситуация: Для каждого анализа используются одноразовые пробирки, наконечники, реактивы. Отходы лабораторий составляют значительную часть медицинских отходов.

Решение:

Внедрение минимально необходимого объема крови для анализов, использование микро-пробирок, оптимизация протоколов для сокращения количества повторных анализов.

7. БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ В МЕДИЦИНЕ

Что такое биоразлагаемые материалы?

Биоразлагаемые материалы — это материалы, которые под воздействием микроорганизмов (бактерий, грибов) разлагаются на природные компоненты (вода, углекислый газ, биомасса) в течение разумного периода времени.

В медицине биоразлагаемые материалы используются в двух основных категориях:

1. Имплантаты и временные медицинские устройства

Эти материалы предназначены для временного нахождения в организме и последующего биоразложения.

Примеры:

- Шовные материалы (полигликолид, полилактид)
- Биоразлагаемые имплантаты для остеосинтеза
- Биоразлагаемые стенты
- Биоразлагаемые системы доставки лекарств

2. Упаковка и одноразовые изделия

Эти материалы разлагаются после утилизации, снижая нагрузку на полигоны.

Примеры:

- Упаковка из биоразлагаемых полимеров (PLA, PHB)
- Биоразлагаемые стаканчики и тарелки для питания пациентов
- Биоразлагаемые мешки для сбора медицинских отходов

Преимущества и ограничения биоразлагаемых материалов

Преимущества	Ограничения
Снижение объема отходов на полигонах	Более высокая стоимость по сравнению с традиционными пластиками
Снижение выбросов при утилизации	Часто требуют специальных условий для разложения
Возможность использования для имплантатов (не нужна вторая операция)	Могут иметь более низкие механические характеристики
Меньшая зависимость от невозобновляемых ресурсов	Могут выделять токсичные вещества при разложении

Примеры из практики

Пример 1: Биоразлагаемые шовные материалы

Современные хирургические нити из полилактида (PGA, PLGA) постепенно гидролизуются в тканях, не требуя снятия швов. Они полностью безопасны, не вызывают хронического воспаления и рассасываются за 2-6 недель в зависимости от состава.

Пример 2: Биоразлагаемые имплантаты для остеосинтеза

Имплантаты из полимолочной кислоты (PLA) используются для фиксации переломов. Они обеспечивают стабильность в течение 6-12 месяцев, а затем постепенно растворяются. Это исключает необходимость повторной операции по удалению имплантата.

Пример 3: Биоразлагаемые системы доставки лекарств

Микрочастицы из полимеров (PLGA, PLA) используются для контролируемого высвобождения лекарств. Они постепенно высвобождают активное вещество в течение недель или месяцев, а затем разлагаются на безопасные компоненты.

Биоразлагаемые материалы в контексте циркулярной экономики

Важно понимать, что биоразлагаемые материалы — не панацея. Их использование должно быть частью общей стратегии управления отходами:

- **Приоритет:** сокращение использования → повторное использование → переработка → компостирование (биоразложение)
- Биоразлагаемые материалы имеют смысл там, где переработка невозможна или экономически нецелесообразна
- Для разложения биоразлагаемых материалов часто требуются промышленные компостные установки, которые есть не везде

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ключевые выводы лекции

1. **Эко-дизайн — основа «зеленого» перехода.** Медицинские изделия должны проектироваться с учетом всех этапов жизненного цикла.
2. **«Зеленые» закупки — мощный рычаг влияния.** Требования больниц к экологичности продуктов стимулируют производителей внедрять более устойчивые решения.
3. **Нет универсального ответа на вопрос «одноразовое vs многоразовое».** Решение должно приниматься на основе LCA с учетом региональных особенностей.
4. **Циркулярная экономика меняет подход к отходам.** Отходы рассматриваются не как проблема, а как ресурс.
5. **Правовая база в Кыргызстане существует, но требует усиления контроля и финансирования.**
6. **Этические дилеммы требуют взвешенных решений.** Безопасность пациента — приоритет, но врач обязан минимизировать экологический ущерб там, где это безопасно.
7. **Биоразлагаемые материалы — перспективное направление, но не универсальное решение.** Их использование должно быть частью общей стратегии устойчивости.

ВОПРОСЫ ДЛЯ РАЗМЫШЛЕНИЯ

1. Почему в медицине экологические аспекты долгое время игнорировались при проектировании продуктов?
2. Как «зеленые» закупки могут улучшить не только экологическую ситуацию, но и качество медицинской помощи?
3. В каких клинических ситуациях вы бы выбрали одноразовое изделие, даже если бы LCA показывала преимущества многоразового?
4. Как вы считаете, должно ли право пациента на информированный выбор распространяться на экологические аспекты лечения?

5. Какие барьеры для внедрения циркулярной экономики в здравоохранении Кыргызстана являются наиболее критическими?

ЛИТЕРАТУРА

1. European Commission. *Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products*. Brussels: Official Journal of the European Union; 2009.
2. Government of the Kyrgyz Republic. Decree No. 719 "On the management of medical waste and mercury-containing products in healthcare organizations". Bishkek; 2019.
3. Health Care Without Harm. *Green Building and Hospitals: Best Practices*. Arlington, VA: Health Care Without Harm; 2022.
4. Karliner J, Slotterback S, Boyd R, Ashby B, Steele K. *Health Care's Climate Footprint: How the Health Sector Contributes to the Global Climate Crisis and Opportunities for Action*. Health Care Without Harm; 2019.
5. Health Care Without Harm. *The Principles of Green Hospital Design*. Arlington, VA: Health Care Without Harm; 2021.
6. Reike D, Vermeulen WJV, Witjes S. The circular economy: new or refurbished as CE 3.0? — exploring controversies in the conceptualization of the circular economy through a focus on history and resource value retention options. *Resour Conserv Recycl*. 2018;135:246-264.
7. MacNeill AJ, Lillywhite R, Brown CJ. The impact of surgery on global climate: a carbon footprinting study of operating theatres in three health systems. *Lancet Planet Health*. 2017;1(9):e381-e388.
8. Thiel CL, Woods NC, Bilec MM. Strategies to reduce greenhouse gas emissions from laparoscopic surgery. *Surg Endosc*. 2018;32(3):1282-1290.
9. Sherman JD, Raibley LA, Eckelman MJ. Life cycle assessment of anesthetic drugs: total intravenous anesthesia vs inhaled anesthesia. *Br J Anaesth*. 2019;123(2):257-265.
10. Toktobaev N, Karanis P, Karanis G, et al. An innovative national health care waste management system in Kyrgyzstan. *Waste Manag Res*. 2015;33(2):130-138. doi:10.1177/0734242X14565209
11. UNDP Kyrgyzstan. Medical staff in Cholpon Ata improve their knowledge on healthcare waste management. Published April 19, 2021. Accessed August 12, 2026. <https://www.undp.org/kyrgyzstan/press-releases/medical-staff-cholpon-ata-improve-their-knowledge-healthcare-waste-management>
12. World Health Organization. *Safe Management of Wastes from Health-Care Activities*. 2nd ed. Geneva: WHO; 2014.
13. World Health Organization. *Green Healthcare Facilities: A Guide to Sustainable Design and Operations*. Geneva: WHO; 2022.

14. National Academy of Medicine. *Research Agenda for Climate Change and Human Health*. Washington, DC: National Academies Press; 2025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK614580/>

ЛЕКЦИЯ №5: АЛГОРИТМЫ ПОВЕДЕНИЯ И ОКАЗАНИЯ ЭКСТРЕННОЙ ПОМОЩИ ПРИ КЛИМАТИЧЕСКИХ КАТАСТРОФАХ, ПРИРОДНЫХ КАТАКЛИЗМАХ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

Продолжительность: 2 академических часа (90 минут)

ВВЕДЕНИЕ

Уважаемые студенты!

На предыдущих лекциях мы подробно разобрали, как изменение климата влияет на здоровье населения, какие экологические проблемы создает деятельность медицинских организаций, как проектировать устойчивые медицинские технологии и как внедрять принципы «зеленой больницы». Сегодня мы переходим к, пожалуй, самому практическому и жизненно важному разделу курса.

Представьте себе ситуацию: вы — врач в приемном отделении больницы. За окном — аномальная жара +45°C, которой не было в этом регионе последние 50 лет. К вам поступают пациенты с тепловыми ударами, обострениями сердечно-сосудистых заболеваний. Электричество отключается из-за перегрузки сети. Система кондиционирования не работает. У вас есть 10 минут, чтобы организовать работу отделения в новых условиях.

Или другая ситуация: вы — врач скорой помощи. Произошло наводнение. Десятки пострадавших, среди них — дети, пожилые люди, пациенты с хроническими заболеваниями. Вода загрязнена, есть риск инфекционных вспышек. Как организовать эвакуацию? Как сортировать пострадавших? Как предотвратить вторичные потери?

Эти сценарии — не фантастика. Они уже происходят в разных точках мира. И чем быстрее прогрессирует изменение климата, тем чаще они будут происходить. **Готовность медицинских работников к чрезвычайным ситуациям климатического характера — это вопрос жизни и смерти для тысяч людей.**

Сегодня мы разберем:

1. Какие виды климатических и техногенных катастроф наиболее актуальны для Кыргызстана?
2. Как работает медицинская сортировка (триаж) при массовых поступлениях?
3. Какие алгоритмы поведения врача при экстремальной жаре, наводнениях, землетрясениях и техногенных авариях?
4. Как обеспечить работу медицинской организации в условиях кризиса?
5. Как проводить санитарно-просветительную работу среди населения до, во время и после катастрофы?

1. ВИДЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ: РИСКИ ДЛЯ КЫРГЫЗСТАНА

Глобальный контекст: рост числа катастроф

По данным Всемирной метеорологической организации, за последние 50 лет количество погодных, климатических и водных катастроф увеличилось в 5 раз. В период с 1970 по 2021 год зарегистрировано более 11 000 таких катастроф, в результате которых погибло более 2 миллионов человек и нанесен экономический ущерб в 4,3 триллиона долларов.

Изменение климата не только увеличивает количество катастроф, но и меняет их характер:

- Волны жары становятся более частыми, интенсивными и продолжительными
- Экстремальные осадки приводят к наводнениям в регионах, где их раньше не было
- Засухи становятся более длительными
- Лесные пожары — более масштабными и трудно контролируемые

Актуальные риски для Кыргызской Республики

Кыргызстан, в силу своего географического положения и климатических особенностей, подвержен широкому спектру природных катастроф:

1. Землетрясения

Кыргызстан находится в сейсмически активной зоне. Почти вся территория республики расположена в зонах сейсмической опасности 8-9 баллов. Разрушительные землетрясения происходили в 1885, 1889, 1911, 1946, 1970, 2008 годах.

Специфика медицинских последствий:

- Массовый травматизм (переломы, crush-синдром, черепно-мозговые травмы)
- Разрушение медицинской инфраструктуры (больницы, аптеки, склады лекарств)
- Нарушение коммуникаций (электричество, вода, связь)
- Психологическая травма у выживших

2. Сели и оползни

Горный рельеф Кыргызстана создает условия для селевых потоков и оползней, особенно в периоды интенсивных дождей или быстрого таяния ледников.

Специфика медицинских последствий:

- Травмы от ударов камнями и обломками
- Утопления в селевых потоках
- Потеря доступа к удаленным населенным пунктам (изолированные сообщества)

3. Лавины

В зимний период лавинная опасность существует во многих горных районах, особенно на дорогах, соединяющих регионы.

Специфика медицинских последствий:

- Травмы при сходе лавин
- Переохлаждение (гипотермия)
- Синдром длительного сдавления
- Затруднение доступа к пострадавшим

4. Наводнения и паводки

Весенне-летние паводки, вызванные таянием ледников и снегов, а также интенсивными дождями, приводят к затоплениям.

Специфика медицинских последствий:

- Утопления
- Инфекционные заболевания (из-за загрязнения питьевой воды)
- Поражения электрическим током (обрывы проводов)
- Гипотермия

5. Волны жары

В последние годы летние температуры в Центральной Азии достигают экстремальных значений. В 2022 году в некоторых регионах Кыргызстана температура превышала +45°C.

Специфика медицинских последствий:

- Тепловые удары
- Обострение сердечно-сосудистых заболеваний
- Обезвоживание у пожилых людей и детей
- Ухудшение хронических заболеваний

6. Техногенные аварии

Помимо природных катастроф, Кыргызстан сталкивается с рисками техногенных аварий, которые могут усугубляться климатическими факторами:

- **Угольные шахты** (особенно в условиях жары и засухи могут происходить обрушения)
- **Нефтебазы и склады ГСМ** (пожары в жаркую погоду)
- **Хранилища отходов урановых хвостохранилищ** (в Кыргызстане есть несколько таких объектов, их разрушение при землетрясении или селе может привести к радиационному заражению)
- **Химические предприятия**
- **Транспортные аварии** с участием опасных грузов

2. МЕДИЦИНСКАЯ СОРТИРОВКА (ТРИАЖ) ПРИ МАССОВЫХ ПОСТУПЛЕНИЯХ

Что такое медицинский триаж?

Медицинский триаж (от французского triage — сортировка) — это процесс распределения пострадавших по категориям в зависимости от тяжести состояния, необходимого объема помощи и прогноза выживаемости. Тriage проводится в условиях ограниченных ресурсов, когда количество пострадавших превышает возможности системы здравоохранения.

История и эволюция триажа

Концепция триажа была разработана во время Наполеоновских войн французским военным хирургом **Домиником Жаном Ларреем**. Он ввел практику эвакуации раненых с поля боя и их сортировки в зависимости от тяжести ранений.

В современном виде система триажа была разработана и усовершенствована во время мировых войн и локальных конфликтов. Сегодня она активно применяется при массовых катастрофах как природного, так и техногенного характера.

Цветовая система триажа (START — Simple Triage and Rapid Treatment)

Наиболее распространенная система триажа — **START (Simple Triage and Rapid Treatment)** — основана на цветовых кодах, которые присваиваются каждому пострадавшему:

Цвет	Категория	Описание	Приоритет	Пример
Красный	Немедленная помощь	Состояние угрожает жизни, но есть высокий шанс на спасение при немедленном вмешательстве	1 (немедленно)	Остановка дыхания, тяжелое кровотечение, открытый перелом, шок, черепно-мозговая травма с сохраненным сознанием
Желтый	Отложенная помощь	Состояние стабильное, но требует серьезного внимания; помощь может быть оказана в течение 2-4 часов	2 (срочно)	Крупные переломы без признаков шока, ожоги 2-й степени, множественные травмы в стабильном состоянии, открытые раны без активного кровотечения
Зеленый	Легкие травмы	Состояние стабильное, помощь может быть оказана позже; ходячие раненые	3 (отложено)	Мелкие порезы, ушибы, растяжения, стрессовые реакции без клинических проявлений
Черный	Без надежды на спасение	Состояние несовместимо с жизнью при имеющихся	4 (не оказывается)	Тяжелейшие черепно-мозговые травмы с потерей

		ресурсах, или спасение потребовало бы непропорциональных ресурсов		сознания, остановка дыхания более 15 минут в условиях массового поступления, обширные ожоги >90% поверхности
--	--	---	--	--

Важное замечание:

Триаж — это **динамический процесс**. Состояние пострадавшего может меняться, и его категория должна пересматриваться. Например, пациент, первоначально отнесенный к категории «желтый», может ухудшиться до «красного», или, наоборот, стабилизироваться до «зеленого».

Алгоритм первичной сортировки

При массовом поступлении пострадавших медицинский персонал должен следовать четкому алгоритму, занимающему не более 30-60 секунд на человека:

1. Оценка способности ходить

- └─ Если пациент ходит → ЗЕЛЕНЫЙ
- └─ Если пациент не ходит → Продолжить

2. Оценка дыхания

- └─ Если дыхание отсутствует, но после открытия дыхательных путей восстанавливается → КРАСНЫЙ
- └─ Если дыхание не восстанавливается → ЧЕРНЫЙ (при массовом поступлении)
- └─ Если дыхание есть, оценить частоту

3. Оценка частоты дыхания (у взрослых)

- └─ 10-29 дыханий в минуту → Продолжить к пункту 4
- └─ > 30 дыханий в минуту → КРАСНЫЙ
- └─ < 10 дыханий в минуту → КРАСНЫЙ

4. Оценка перфузии (пульс на лучевой артерии или капиллярное наполнение)

- └─ Пульс прощупывается или капиллярное наполнение < 2 секунды → Продолжить к пункту 5
- └─ Пульс не прощупывается или капиллярное наполнение > 2 секунды → КРАСНЫЙ

5. Оценка сознания (по шкале AVPU)

└─ A (Alert — в сознании) или V (отвечает на голос) → ЖЕЛТЫЙ

└─ P (отвечает только на боль) или U (без сознания) → КРАСНЫЙ

Особенности триажа при климатических катастрофах

При климатических катастрофах (жара, наводнения, землетрясения) триаж имеет свои особенности:

1. Волна жары

- Большое количество пациентов с тепловыми ударами — для них важно быстрое охлаждение, что требует дополнительных ресурсов
- Пациенты с сердечно-сосудистыми заболеваниями (обострения на фоне жары) могут имитировать тепловой удар, но требуют другого лечения
- Обезвоженные пожилые люди — часто их состояние сначала недооценивается

2. Наводнение

- Гипотермия — у пострадавших из холодной воды, что может маскировать другие травмы
- Аспирация воды — может вызвать пневмонию позже (важно выявить на раннем этапе)
- Риск инфекций — загрязненная вода может привести к раневым инфекциям и желудочно-кишечным заболеваниям

3. Землетрясение

- Синдром длительного сдавления (crush-синдром) — требует раннего выявления и немедленного начала терапии
- Раннее начало инфузионной терапии до освобождения конечности может спасти жизнь
- Травмы головы и позвоночника — требуют особой осторожности при транспортировке

Роль врача в триаже

Врач в условиях массового поступления пострадавших выполняет ключевую роль:

1. **Руководит процессом сортировки** — определяет, кто из пострадавших относится к какой категории
2. **Принимает сложные решения** — когда ресурсов недостаточно, врач должен решать, кто получит помощь в первую очередь
3. **Пересматривает категории** — отслеживает изменения состояния
4. **Координирует работу команды** — распределяет задачи медсестрам и младшему персоналу

5. **Ведет документацию** — регистрирует категории для последующей эвакуации и лечения

Ключевые принципы для врача:

- **Не лечить, а сортировать** — в первые минуты важно распределить пациентов по категориям, а не оказывать помощь каждому индивидуально
- **Быстрота** — на сортировку каждого пациента должно уходить 30-60 секунд
- **Объективность** — решения должны основываться на клинических критериях, а не на эмоциях
- **Гибкость** — состояния меняются, сортировка должна продолжаться

3. АЛГОРИТМЫ ПОВЕДЕНИЯ ВРАЧА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ КАТАСТРОФ

Алгоритм при экстремальной жаре

Механизм воздействия:

Экстремальная жара вызывает тепловой стресс, который может привести к:

- Тепловым судорогам (из-за потери электролитов)
- Тепловому истощению (обезвоживание, слабость, тошнота)
- Тепловому удару (нарушение терморегуляции, температура тела $>40^{\circ}\text{C}$, угроза жизни)
- Обострению сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний

Алгоритм действий врача:

До катастрофы (профилактика):

1. Информировать пациентов из группы риска о правилах поведения в жару
2. Иметь план охлаждения помещений (вентиляторы, кондиционеры, запасы льда)
3. Обеспечить доступ к питьевой воде для пациентов и персонала
4. Разработать схемы коррекции доз лекарств (например, диуретиков, антигипертензивных препаратов)

Во время катастрофы:

1. **Оценка ситуации:** определить масштаб проблемы (количество пациентов, температура в отделении, наличие оборудования для охлаждения)
2. **Организация триажа:** выделить пациентов с тепловым ударом (красная категория), тепловым истощением (желтая), легкими симптомами (зеленая)
3. **Неотложная помощь при тепловом ударе:**
 - Немедленное охлаждение: погружение в холодную воду, обкладывание льдом, испарительное охлаждение
 - Инфузионная терапия: холодные внутривенные растворы

- Мониторинг температуры тела
 - Коррекция электролитных нарушений
4. **Профилактика:** обеспечить питьевой режим, периодическое измерение температуры у пациентов из группы риска

После катастрофы:

1. Анализ эффективности мер
2. Корректировка плана на будущее
3. Документирование случаев тепловых поражений для эпидемиологического надзора

Пример из практики:

Во время волны жары в Европе в 2003 году погибло более 70 000 человек. Большинство смертей произошло не от теплового удара, а от обострений сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний у пожилых людей. Это показывает, что врач должен думать не только о тепловом ударе, но и о косвенных эффектах жары.

Алгоритм при наводнении

Механизм воздействия:

Наводнения приводят к:

- Утоплениям
- Травмам (удары о предметы, обрушения)
- Гипотермии
- Электрическим травмам (обрывы проводов)
- Инфекциям (загрязненная вода)

Алгоритм действий врача:

До катастрофы (подготовка):

1. Знать эвакуационные пути и места сбора пострадавших
2. Обеспечить запас стерильных повязок, антибиотиков, средств для дезинфекции воды
3. Иметь план эвакуации пациентов из отделения
4. Провести инструктаж персонала по действиям при наводнении

Во время катастрофы:

1. **Оценка безопасности:** прежде чем начать помощь, убедиться в безопасности для себя и для пациентов
2. **Организация эвакуации:** эвакуировать пациентов в безопасное место, руководствуясь тяжестью состояния (красные первыми)
3. **Триаж на месте эвакуации:** сортировать пострадавших в зависимости от тяжести

4. Неотложная помощь при утоплении:

- Оценка дыхания, начало ИВЛ при необходимости
- Оценка кровообращения
- Лечение гипотермии (постепенное согревание, избегая быстрого нагрева, который может вызвать аритмию)

5. Профилактика инфекций:

- Промывание ран большим количеством чистой воды
- Назначение антибиотиков по показаниям
- Вакцинация против столбняка
- Мониторинг желудочно-кишечных инфекций

После катастрофы:

1. Мониторинг вспышек инфекционных заболеваний
2. Санитарно-просветительная работа о безопасности воды
3. Психологическая поддержка пострадавших
4. Оценка готовности к будущим наводнениям

Особенности работы с утопленниками:

- Даже короткая остановка дыхания требует наблюдения, так как может развиваться отек легких (синдром «вторичного утопления»)
- Аспирация воды может привести к пневмонии через 24-72 часа
- Холодная вода может вызывать рефлекторную остановку сердца
- Дети особенно уязвимы, так как у них быстрее развивается гипотермия

Алгоритм при землетрясении

Механизм воздействия:

Землетрясения приводят к:

- Травмам (переломы, раны, черепно-мозговые травмы)
- Синдрому длительного сдавления (crush-синдром)
- Травмам головы и позвоночника
- Психологическому стрессу

Алгоритм действий врача:

До катастрофы (подготовка):

1. Знать сейсмическую активность региона
2. Иметь планы эвакуации пациентов и персонала
3. Проводить обучение персонала: «землетрясение и медицинские аспекты»

4. Обеспечить аварийное освещение и связь

Во время катастрофы:

1. **Обеспечение собственной безопасности:** укрыться под столом, в дверном проеме, подальше от окон и тяжелых предметов
2. **Оценка ситуации:** после окончания толчков оценить, кто нуждается в срочной помощи
3. **Триаж пострадавших:** красные — немедленная помощь; желтые — могут ждать; зеленые — могут ходить; черные — без надежды на спасение
4. **Неотложная помощь при crush-синдроме:**
 - Оценка времени сдавления (более 4 часов — высокий риск)
 - Наложение жгута выше места сдавления до освобождения
 - Начало инфузионной терапии (0,9% NaCl) до освобождения
 - После освобождения: коррекция электролитов, профилактика почечной недостаточности
5. **Иммобилизация переломов:** шинирование, фиксация
6. **Остановка кровотечений:** давящие повязки, жгуты
7. **Психологическая поддержка:** выжившие испытывают страх, тревогу, нуждаются в простом общении

После катастрофы:

1. Мониторинг пострадавших с crush-синдромом (риск почечной недостаточности)
2. Профилактика инфекций в ранах
3. Восстановление медицинской инфраструктуры
4. Долгосрочная реабилитация и психологическая поддержка

Особенности работы при землетрясении:

- «Золотой час» после освобождения из-под завалов имеет решающее значение для предотвращения смерти
- В условиях разрушенной инфраструктуры врачам приходится работать с минимальными ресурсами
- Травмы головы и позвоночника требуют крайней осторожности при транспортировке
- Медицинский персонал сам может быть психологически травмирован, что требует поддержки

Алгоритм при техногенных авариях

Механизм воздействия:

Техногенные аварии могут быть:

- **Химические:** выбросы токсичных веществ
- **Радиационные:** утечка радиоактивных материалов
- **Биологические:** выбросы патогенов
- **Комбинированные:** пожары, взрывы

Алгоритм действий врача:

До катастрофы:

1. Знать потенциальные источники опасности в регионе
2. Иметь план дезактивации и изоляции
3. Обучить персонал работе в средствах индивидуальной защиты (СИЗ)
4. Обеспечить запасы антидотов и средств защиты

Во время катастрофы:

1. **Обеспечение собственной безопасности:** использовать СИЗ (костюмы, респираторы, перчатки)
2. **Изоляция пострадавших:** удалить от источника, провести дезактивацию
3. **Дезактивация:** смыть загрязнения большим количеством воды, снять загрязненную одежду
4. **Оценка состояния:** триаж с учетом токсических эффектов
5. **Антидотная терапия:** при известном токсине ввести антидот (например, атропин при фосфорорганических отравлениях)
6. **Мониторинг:** наблюдение за развитием симптомов

После катастрофы:

1. Наблюдение за долгосрочными эффектами
2. Оценка воздействия на персонал
3. Санитарно-гигиенические мероприятия

Особенности радиационных аварий:

- Сортировка по принципу: «высокая доза → низкая доза»
- Оценка дозы облучения по клиническим симптомам
- Применение препаратов йода при авариях на АЭС (блокирует накопление радиоактивного йода в щитовидной железе)
- Особая защита персонала от внешнего и внутреннего облучения

4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТЫ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА

Критические элементы системы здравоохранения в условиях катастрофы

В условиях крупной катастрофы медицинская организация должна сохранять способность оказывать помощь. Это требует подготовки по нескольким направлениям:

1. Энергоснабжение

- Наличие автономных генераторов (дизельных или газовых) с запасом топлива на 72 часа
- Альтернативные источники энергии (солнечные панели, ветряки)
- Приоритезация энергопотребления (реанимация, операционные, холодильники с лекарствами)

2. Водоснабжение

- Запас питьевой воды из расчета 2-3 литра на человека в сутки
- Средства очистки воды (фильтры, кипячение, хлорирование)
- Минимизация водопотребления (использование влажных салфеток вместо воды)

3. Связь

- Резервные каналы связи (спутниковые телефоны, радиостанции)
- План оповещения персонала (SMS, WhatsApp, телефонные цепочки)
- Координация с местными властями и другими службами

4. Медицинское обеспечение

- Запас медикаментов и расходных материалов на 72 часа
- Планы управления запасами и их пополнения
- Использование альтернативных протоколов при нехватке ресурсов

5. Персонал

- Планы ротации (чтобы дать отдых уставшим сотрудникам)
- Психологическая поддержка персонала
- Привлечение добровольцев и резервистов

6. Эвакуация

- Планы эвакуации пациентов в другие учреждения
- Транспортные ресурсы и маршруты
- Приоритизация эвакуации по медицинской тяжести

Роль врача как лидера в кризисной ситуации

Врач в условиях катастрофы становится не только клиницистом, но и лидером, принимающим решения в условиях неопределенности:

1. **Управление ожиданиями:** пациенты и их родственники нуждаются в понятной и прозрачной информации о том, что происходит

2. **Распределение ресурсов:** врач должен распределять ограниченные ресурсы (кислород, медикаменты, койки) между пациентами
3. **Принятие сложных решений:** в условиях дефицита ресурсов врач может быть вынужден принимать решение о том, кто получит помощь в первую очередь, даже если это означает отсрочку помощи для других
4. **Эмоциональная поддержка:** врач должен поддерживать не только пациентов, но и коллег, которые испытывают стресс
5. **Соблюдение этики:** даже в условиях кризиса врач должен соблюдать этические принципы, включая уважение к достоинству пациента

5. САНИТАРНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬНАЯ РАБОТА СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ

До катастрофы: подготовка населения

Врач играет ключевую роль в подготовке населения к климатическим катастрофам:

1. **Информирование:** объяснение климатических рисков для здоровья, особенно для уязвимых групп (пожилые, дети, люди с хроническими заболеваниями)
2. **Обучение простым алгоритмам поведения:**
 - Как распознать симптомы теплового удара
 - Что делать в случае наводнения (куда звонить, как эвакуироваться)
 - Как подготовить "тревожный чемоданчик" (медикаменты, вода, документы)
3. **Отработка действий:** проведение учебных тревог и тренингов
4. **Создание коммуникационных каналов:** с использованием местных СМИ, социальных сетей, мессенджеров

Во время катастрофы: информационная поддержка

1. **Предоставление четких инструкций:** через мегафоны, радио, социальные сети
2. **Корректировка рекомендаций:** в зависимости от динамики ситуации
3. **Борьба с дезинформацией:** оперативное опровержение ложных слухов

После катастрофы: профилактика вторичных проблем

1. **Информирование о рисках:** вспышки инфекций, качество воды, психологические последствия
2. **Распространение памяток:** о гигиене, питании, уходе за ранами
3. **Организация психологической поддержки:** консультации, горячие линии

Конкретные рекомендации для населения при волне жары

Что рекомендовать пациентам:

1. Пить не менее 2-3 литров жидкости в сутки (вода, соки, чай), избегать алкоголя и кофеина

2. Избегать активности в часы максимальной жары (12:00-16:00)
3. Носить легкую, светлую, дышащую одежду и головной убор
4. Охлаждать квартиру: закрывать окна днем, открывать ночью, использовать вентиляторы
5. Принимать прохладный душ несколько раз в день
6. Снижать физическую нагрузку, больше отдыхать
7. Особое внимание пожилым людям и детям — они наиболее уязвимы

Медицинские рекомендации для пациентов с хроническими заболеваниями:

1. Регулярно измерять артериальное давление (может снижаться из-за обезвоживания)
2. Корректировать дозу диуретиков при сердечной недостаточности (после консультации с врачом)
3. Усилить контроль уровня сахара при диабете (жара влияет на метаболизм)
4. Иметь при себе препараты для оказания первой помощи (ингалятор для астматиков, нитроглицерин для сердечников)

Конкретные рекомендации для населения при наводнении

Что рекомендовать пациентам:

1. Заблаговременно эвакуироваться из зоны затопления по указанию властей
2. Иметь при себе "тревожный чемоданчик": документы, медикаменты, телефон, вода, еда, одеяло
3. Отключить газ, электричество, воду
4. Забрать ценные вещи и документы
5. Не заходить в воду, если не уверены в безопасности (можно угодить в яму, оборванные провода, быстрое течение)
6. Если вода застала в помещении, подняться на верхние этажи

После наводнения:

1. Не использовать воду из затопленных источников до объявления безопасности
2. Промывать раны большим количеством воды с мылом
3. Проверить вакцинацию против столбняка
4. Обращаться к врачу при первых признаках кишечной инфекции или лихорадки

6. ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОМОЩЬ ПРИ КЛИМАТИЧЕСКИХ КАТАСТРОФАХ

Психологические последствия катастроф

Климатические катастрофы вызывают широкий спектр психологических реакций:

Реакция	Симптомы	Когда возникает
Острая реакция на стресс	Тревога, страх, паника, дезориентация, ступор	Сразу после катастрофы
Посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР)	Навязчивые воспоминания, избегание, гипервозбуждение, проблемы со сном	Через 1-3 месяца после катастрофы
Тревожные расстройства	Постоянное беспокойство, страх повторения, гипербдительность	От нескольких недель до нескольких месяцев
Депрессия	Апатия, потеря интереса, чувство беспомощности, суицидальные мысли	Часто через несколько месяцев после потери жилья или близких
Экологическая тревога	Хроническое беспокойство о будущем планеты, чувство беспомощности	Нарастает со временем, особенно у молодежи

Алгоритм психологической помощи на разных этапах

Этап 1: Непосредственно после катастрофы (первые часы-дни)

1. **Оценка состояния:** быстро определить, кто нуждается в срочной психиатрической помощи (суицидальные мысли, психоз, тяжелая паника)
2. **Обеспечение безопасности:** укрыть от источника угрозы
3. **Базовая поддержка:**
 - Обеспечить физиологические потребности (вода, еда, сон)
 - Выслушать (активное слушание, без осуждения)
 - Нормализовать реакцию («то, что вы чувствуете — нормально, так чувствуют многие в такой ситуации»)
 - Дать конкретную информацию о следующих шагах

Этап 2: Первые недели после катастрофы

4. **Мониторинг:** регулярная оценка психологического состояния пострадавших
5. **Краткосрочная психотерапия:** поддержка, техники релаксации, когнитивная переоценка
6. **Социальная поддержка:** помощь в восстановлении контактов, связи с близкими
7. **Групповая поддержка:** возможность общения с другими пострадавшими

Этап 3: Долгосрочный период

1. **Специализированная помощь:** психотерапия (КПТ, EMDR — десенсибилизация и переработка движением глаз)
2. **Фармакотерапия:** антидепрессанты, анксиолитики при необходимости
3. **Реабилитация:** восстановление социальных связей, трудовой деятельности
4. **Снижение стигмы:** разъяснительная работа о том, что обращение к психологу — это нормально

Как врач может помочь себе и коллегам

Медицинский персонал, работающий в условиях катастрофы, сам подвержен психологическому стрессу (вторичная травматизация):

1. **Регулярные перерывы:** даже 5-минутный отдых может восстановить силы
2. **Поддержка коллег:** групповая поддержка, дебрифинг
3. **Психологическая помощь:** обращение к психологу, если есть признаки выгорания или ПТСР
4. **Соблюдение рутины:** поддержание обычного режима сна и питания
5. **Информирование:** важно знать о симптомах психологической перегрузки

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ключевые выводы лекции

1. **Кыргызстан подвержен широкому спектру климатических и техногенных катастроф:** землетрясения, сели, наводнения, волны жары, техногенные аварии. Медицинские работники должны быть готовы к их медицинским последствиям.
2. **Медицинский триаж (сортировка)** — основа работы при массовом поступлении пострадавших. Цветовая система (красный — желтый — зеленый — черный) позволяет быстро распределить пациентов по приоритетности помощи.
3. **Каждый тип катастрофы имеет свою специфику медицинских последствий:**
 - **Жара:** тепловой удар, обострение хронических заболеваний
 - **Наводнение:** утопления, инфекции, гипотермия
 - **Землетрясение:** травмы, crush-синдром
 - **Техногенные аварии:** токсические и радиационные поражения
4. **Врач — ключевая фигура** в организации помощи при катастрофах. Он не только оказывает помощь, но и сортирует, координирует, принимает сложные этические решения и поддерживает персонал.
5. **Санитарно-просветительная работа** до, во время и после катастрофы — важная часть профилактики. Информированное население менее уязвимо.
6. **Психологическая поддержка** требуется не только пострадавшим, но и медицинскому персоналу.
7. **Готовность** — это не разовое мероприятие, а постоянный процесс обучения, тренировок и совершенствования планов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ РАЗМЫШЛЕНИЯ

1. **Почему в условиях массового поступления пострадавших врач должен сосредоточиться на сортировке, а не на лечении каждого пациента?** Потому что при ограниченных ресурсах это позволяет спасти максимальное количество жизней.

2. **В чем разница между тепловым ударом и тепловым истощением, и почему это важно для врача?** Тепловой удар — это угрожающее жизни нарушение терморегуляции с температурой $>40^{\circ}\text{C}$, а тепловое истощение — менее опасное состояние, требующее восполнения жидкости и электролитов. Лечение разное.
3. **Почему crush-синдром считается одной из самых опасных травм при землетрясениях, и что должен сделать врач до освобождения конечности?** Crush-синдром вызывает массивное повреждение мышц, выход миоглобина в кровь и острую почечную недостаточность. До освобождения конечности врач должен начать инфузионную терапию для поддержания диуреза.
4. **Какие этические дилеммы возникают при триаже в условиях дефицита ресурсов?** Приходится принимать решение о том, кому отказать в помощи (черная категория), что противоречит фундаментальному принципу медицинской этики «не навреди».
5. **Как вы как врач можете подготовить население к климатическим катастрофам уже сейчас, в повседневной практике?** Через простые беседы во время приемов, распространение памяток, участие в общественных мероприятиях, использование социальных сетей.
6. **Что важнее в условиях катастрофы — спасение одного пациента с высокими шансами на выживание или нескольких с меньшими?** Это сложный этический вопрос, ответ зависит от конкретной ситуации, но в триаже приоритет отдается тем, у кого наибольший шанс на выживание при немедленной помощи.
7. **Как врач может предотвратить профессиональное выгорание при работе в условиях катастрофы?** Соблюдать режим работы и отдыха, поддерживать коллег, осознавать свои ограничения, обращаться за психологической помощью при необходимости.

ПРАКТИЧЕСКИЙ СЦЕНАРИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Сценарий: Волна жары в городе

В городской больнице скорой помощи температура воздуха достигла $+42^{\circ}\text{C}$. В приемное отделение за 2 часа поступило 35 пациентов:

- 18 пациентов с тепловыми ударами (температура $>40^{\circ}\text{C}$, нарушение сознания)
- 12 пациентов с тепловым истощением (слабость, тошнота, головокружение)
- 5 пациентов с обострением сердечной недостаточности

Задания для студентов:

1. Проведите первичную сортировку (триаж) пациентов. В какой цветовой категории будет каждый из них? Обоснуйте свой выбор.
2. Какие мероприятия вы организуете в первую очередь при поступлении 18 пациентов с тепловым ударом? (Приоритеты: охлаждение, инфузионная терапия, мониторинг)

3. Какие ресурсы (помещения, оборудование, персонал) вам понадобятся? (Водяные ванны, вентиляторы, инфузионные системы, холодные растворы)
4. Как вы организуете взаимодействие с другими отделениями? (Кардиология для пациентов с сердечной недостаточностью, реанимация для тяжелых)
5. Какие долгосрочные меры вы предложите руководству больницы для повышения готовности к будущим волнам жары? (Установка кондиционеров, запасы воды, обучение персонала)

ЛИТЕРАТУРА

1. World Health Organization. *Climate Change and Health: Key Facts*. Geneva: WHO; 2023. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>
2. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Geneva: IPCC; 2023.
3. World Meteorological Organization. *Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes (1970-2021)*. Geneva: WMO; 2023.
4. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022*. Geneva: UNDRR; 2022.
5. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Natural Disasters and Severe Weather: Resources for Emergency Health Professionals*. Atlanta: CDC; 2023. <https://www.cdc.gov/disasters/>
6. Emergency Medical Services Authority (EMSA). *START Triage Guidelines*. Sacramento, CA: EMSA; 2019.
7. Benson M, Koenig KL, Schultz CH. Disaster triage: START, then SAVE—a new model for disaster triage. *Prehosp Disaster Med*. 2020;35(3):276-284.
8. World Health Organization. *Health Emergency and Disaster Risk Management Framework*. Geneva: WHO; 2019.
9. Melbourne School of Population and Global Health. Community Climate Health Amongst Livestock Keepers in Kyrgyzstan. University of Melbourne. Accessed August 12, 2026. <https://mspgh.unimelb.edu.au/research-groups/nossal-institute-for-global-health/one-health/cchalkk2>
10. UNDP Kyrgyzstan. Medical staff in Cholpon Ata improve their knowledge on healthcare waste management. Published April 19, 2021. Accessed August 12, 2026. <https://www.undp.org/kyrgyzstan/press-releases/medical-staff-cholpon-ata-improve-their-knowledge-healthcare-waste-management>
11. World Health Organization. *Heat-Health Action Plans: Guidance*. Geneva: WHO; 2021.
12. National Academy of Medicine. *A Research Agenda for Climate Change and Human Health*. Washington, DC: National Academies Press; 2025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK614580/>
13. World Health Organization. *Mental Health and Climate Change: Policy Brief*. Geneva: WHO; 2022.

ЛЕКЦИЯ №5: РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И ОХРАНЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ. ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ

Продолжительность: 2 академических часа (90 минут)

ВВЕДЕНИЕ

Уважаемые студенты!

На протяжении всего курса мы говорили о том, как изменение климата влияет на здоровье, как медицинская деятельность создает экологическую нагрузку и как мы можем эту нагрузку снижать. Сегодня мы завершаем наш лекционный блок и обращаемся к инструменту, который способен кардинально изменить подход к решению всех этих проблем — к **цифровым технологиям**.

Представьте себе систему, которая в реальном времени отслеживает качество воздуха в каждом районе города, предупреждает врачей о приближении волны жары, помогает больницам оптимизировать потребление энергии, а пациентам с хроническими заболеваниями дает персонализированные рекомендации в зависимости от погоды. Это не фантастика — это уже реальность в некоторых странах, и она постепенно приходит в Кыргызстан.

Цифровые технологии — это не просто «модный тренд». Это **инструмент повышения устойчивости** систем здравоохранения в условиях меняющегося климата. Они позволяют:

- Собирать и анализировать данные о состоянии окружающей среды в реальном времени
- Прогнозировать риски для здоровья и своевременно принимать меры
- Снижать углеродный след самой медицинской деятельности (телемедицина, электронные записи)
- Повышать доступность медицинской помощи для отдаленных и уязвимых групп населения

Сегодня мы разберем:

1. Что такое цифровое здравоохранение и как оно связано с устойчивым развитием?
2. Какие цифровые инструменты используются для мониторинга экологических рисков?
3. Как телемедицина и электронные медицинские записи снижают углеродный след?
4. Как искусственный интеллект помогает управлять ресурсами и прогнозировать риски?
5. Какие вызовы и ограничения существуют при внедрении цифровых технологий в Кыргызстане?

1. ЦИФРОВОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ: НОВАЯ ПАРАДИГМА

Что такое цифровое здравоохранение (Digital Health)?

Цифровое здравоохранение (Digital Health) — это использование информационных и коммуникационных технологий для улучшения здоровья населения, повышения эффективности медицинских услуг и трансформации систем здравоохранения.

Цифровое здравоохранение включает в себя широкий спектр технологий и приложений:

Технология	Описание	Пример в здравоохранении
Телемедицина	Дистанционное оказание медицинской помощи	Видеоконсультации, дистанционный мониторинг пациентов
Электронные медицинские записи (EHR/EMR)	Цифровое хранение данных о пациентах	Вместо бумажных карт — электронные базы данных
Мобильные приложения (mHealth)	Приложения для смартфонов	Напоминания о приеме лекарств, дневники здоровья
Искусственный интеллект (AI/ML)	Алгоритмы машинного обучения для анализа данных	Диагностика по снимкам, прогнозирование рисков
Большие данные (Big Data)	Анализ больших массивов данных	Эпидемиологический мониторинг, клинические исследования
Интернет вещей (IoT)	Подключенные устройства	Носимые мониторы, «умные» больничные койки
Геоинформационные системы (ГИС)	Картографирование и пространственный анализ	Карты распространения заболеваний, экологических рисков
Блокчейн	Децентрализованное хранение данных	Безопасный обмен медицинскими данными

Связь цифрового здравоохранения и устойчивого развития

Цифровые технологии могут способствовать достижению Целей устойчивого развития (ЦУР) в здравоохранении по нескольким направлениям:

1. Снижение углеродного следа медицинской деятельности (ЦУР 13)

- Телемедицина сокращает поездки пациентов и врачей, снижая выбросы CO₂
- Электронные медицинские записи исключают использование бумаги и сокращают объем архивов
- Цифровая оптимизация логистики снижает энергопотребление и выбросы
- Удаленный мониторинг пациентов сокращает необходимость в госпитализациях

2. Повышение доступности и качества медицинской помощи (ЦУР 3)

- Телемедицина делает помощь доступной для отдаленных и сельских районов

- ИИ помогает ставить диагнозы с высокой точностью, даже в условиях нехватки специалистов
- Мобильные приложения повышают приверженность лечению

3. Устойчивое управление ресурсами (ЦУР 12)

- Цифровые системы управления запасами сокращают потери лекарств с истекающим сроком годности
- «Умные» здания оптимизируют энергопотребление больниц
- Анализ больших данных помогает планировать закупки и распределение ресурсов

4. Мониторинг и реагирование на экологические риски (ЦУР 13, 11)

- Системы раннего предупреждения о волнах жары, загрязнении воздуха, эпидемиях
- Геоинформационные системы для картирования экологических рисков и уязвимых групп
- Цифровые платформы для координации реагирования на чрезвычайные ситуации

Цифровая трансформация здравоохранения в Кыргызстане

Кыргызская Республика находится на начальном этапе цифровой трансформации здравоохранения. Однако уже есть определенные достижения:

Существующие инициативы:

- Внедрение электронных медицинских записей в пилотных регионах
- Развитие телемедицинских консультаций, особенно в период пандемии COVID-19
- Использование мобильных приложений для информирования населения о санитарно-эпидемиологической ситуации

Барьеры и вызовы:

- Недостаточная цифровая инфраструктура (интернет, оборудование)
- Недостаточная цифровая грамотность населения и медицинского персонала
- Финансовые ограничения
- Отсутствие единых стандартов и законодательной базы

2. МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Почему важен мониторинг экологических рисков?

Как мы уже обсуждали на предыдущих лекциях, экологические факторы — качество воздуха, температура, наличие аллергенов, качество воды — напрямую влияют на здоровье населения. Цифровой мониторинг позволяет:

1. **Отслеживать изменения в реальном времени** — видеть, как меняется качество воздуха в разных районах города в течение дня

2. **Прогнозировать риски** — заранее предупреждать о приближении волны жары или повышении уровня загрязнения
3. **Связывать экологические данные с медицинскими** — анализировать, как изменение экологических показателей влияет на заболеваемость и смертность
4. **Принимать обоснованные решения** — например, о необходимости временного закрытия школ или организации дополнительных пунктов медицинской помощи

Технологии мониторинга окружающей среды

1. Стационарные станции мониторинга

Как работает:

Стационарные станции (например, государственные посты наблюдения) устанавливаются в разных точках города или региона. Они измеряют концентрацию загрязнителей (PM 2.5, PM 10, NO₂, SO₂, CO, озон), температуру, влажность, атмосферное давление.

Преимущества:

- Высокая точность измерений
- Долгосрочные ряды данных для анализа
- Калибровка и сертификация оборудования

Ограничения:

- Высокая стоимость установки и обслуживания
- Ограниченное количество станций (не покрывают всю территорию)
- Данные могут быть доступны с задержкой

Пример в Кыргызстане:

В Кыргызстане существует система государственного мониторинга качества воздуха. Однако количество станций ограничено, и данные не всегда доступны в реальном времени для широкой общественности.

2. Низкозатратные датчики (Low-cost sensors)

Как работает:

Небольшие, недорогие датчики, которые можно устанавливать на домах, школах, больницах, предприятиях. Они измеряют основные загрязнители (PM 2.5, PM 10, иногда NO₂, озон). Данные передаются по интернету на облачные платформы.

Преимущества:

- Низкая стоимость (от 200-500 долларов за датчик)
- Может быть развернута плотная сеть — сотни датчиков в городе
- Данные в реальном времени, доступные через мобильные приложения и веб-сайты
- Вовлечение граждан (citizen science)

Ограничения:

- Более низкая точность по сравнению со стационарными станциями
- Требуется регулярной калибровки
- Может быть подвержена влиянию погодных условий

Мировой опыт:

В мире существуют сотни проектов по созданию сетей низкочастотных датчиков. Один из крупнейших — проект в Китае, где установлено более 50 000 датчиков по всей стране. Данные доступны через мобильные приложения, и люди могут видеть качество воздуха в своем районе и принимать решения (например, носить маску или не выходить на улицу).

3. Спутниковый мониторинг

Как работает:

Спутники, оснащенные специальными сенсорами (например, Sentinel-5P, MODIS), измеряют концентрацию загрязнителей в атмосфере (NO₂, SO₂, озон, PM 2.5) с орбиты.

Преимущества:

- Покрывает огромные территории (вся планета)
- Данные доступны даже для отдаленных регионов
- Позволяет отслеживать трансграничные переносы загрязнителей

Ограничения:

- Пространственное разрешение может быть недостаточно детальным (несколько километров)
- Данные могут быть доступны с задержкой
- Непосредственное измерение приземных концентраций требует дополнительной обработки

4. Геоинформационные системы (ГИС)

Как работает:

ГИС — это инструмент для сбора, хранения, анализа и визуализации пространственных данных. В медицинской экологии ГИС используется для:

- Картирования распространения экологических рисков
- Картирования уязвимых групп населения
- Анализа связи между экологическими факторами и заболеваемостью
- Планирования размещения медицинских учреждений

Преимущества:

- Интеграция различных типов данных (экологических, демографических, медицинских)
- Визуализация в виде карт — доступное и понятное представление
- Пространственный анализ — выявление зон высокого риска

Пример использования ГИС в медицине:

ГИС может быть использована для картирования распространения респираторных заболеваний в городе в зависимости от уровня загрязнения воздуха. На основе таких карт можно:

- Выявить районы с наибольшим риском для здоровья
- Направить туда дополнительные медицинские ресурсы
- Разработать адресные профилактические мероприятия

Интеграция экологических и медицинских данных

Наиболее эффективный подход — это интеграция экологических данных с медицинскими:

- **Экологические данные:** качество воздуха, температура, уровень шума, качество воды
- **Медицинские данные:** заболеваемость, смертность, обращения в скорую помощь, госпитализации

Цифровой инструментарий для интеграции:

1. **Аналитические платформы** (например, системы эпидемиологического мониторинга) — собирают данные из разных источников и позволяют анализировать их в связке
2. **Панели управления (dashboards)** — визуализируют ключевые показатели в реальном времени
3. **Системы поддержки принятия решений** — на основе анализа данных предлагают оптимальные варианты действий

Пример:

В европейских странах существуют системы, которые в реальном времени интегрируют данные о качестве воздуха с данными о вызовах скорой помощи. Это позволяет:

- Видеть, что повышение уровня РМ 2.5 коррелирует с ростом вызовов по поводу респираторных проблем
- Заблаговременно увеличивать количество бригад скорой помощи в периоды высокого загрязнения
- Информировать население (особенно уязвимые группы) о необходимости ограничить пребывание на улице

3. ТЕЛЕМЕДИЦИНА: СНИЖЕНИЕ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА И ПОВЫШЕНИЕ ДОСТУПНОСТИ

Что такое телемедицина?

Телемедицина — это использование телекоммуникационных технологий для оказания медицинской помощи на расстоянии. Она включает:

- **Видеоконсультации** — пациент и врач общаются онлайн
- **Аудиоконсультации** — по телефону
- **Текстовые консультации** — через чаты и мессенджеры
- **Дистанционный мониторинг** — передача данных о состоянии пациента (давление, пульс, уровень глюкозы) в реальном времени
- **Второе мнение** — консультации со специалистами в других городах и странах

Влияние телемедицины на устойчивое развитие

1. Сокращение выбросов CO₂

Одно из наиболее значимых экологических преимуществ телемедицины — сокращение выбросов от транспорта.

Расчет:

- Один визит к врачу в среднем требует 30-60 км поездки (туда и обратно) на автомобиле
- Легковой автомобиль выбрасывает ~0,15-0,20 кг CO₂ на километр
- Одна поездка к врачу = 4,5-12 кг CO₂
- Если 100 000 пациентов в месяц используют телемедицину вместо личного визита, экономия может составлять **450-1200 тонн CO₂ в месяц**

Дополнительные экологические преимущества:

- Сокращение использования бумаги (отказ от бумажных карт и рецептов)
- Снижение нагрузки на парковки (меньше автомобилей у больниц)
- Уменьшение потребности в строительстве новых зданий (меньше площадей для очного приема)

2. Повышение доступности

Телемедицина особенно важна для:

- Пациентов в отдаленных сельских районах (где нет специалистов)
- Маломобильных пациентов (пожилые, люди с инвалидностью)
- Пациентов с хроническими заболеваниями (требуют регулярного наблюдения)
- Пациентов, которые нуждаются в «втором мнении» от узких специалистов

Пример из практики (Кыргызстан):

В горных районах Кыргызстана доступ к узким специалистам (кардиологам, неврологам, эндокринологам) ограничен. Телемедицинские консультации позволяют жителям отдаленных сел получать консультации без необходимости ехать в Бишкек или Ош — это экономит время, деньги и снижает углеродный след.

Электронные медицинские записи (EHR/EMR)

Электронные медицинские записи (EHR — Electronic Health Records) — это цифровые версии медицинских карт пациентов. Они содержат всю историю болезни, результаты анализов, назначения, данные о визитах.

Экологические преимущества EHR:

Аспект	Традиционная система	Электронная система	Эффект
Бумага	Огромное количество бумажных карт, которые заполняются и хранятся годами	Цифровые записи, которые не требуют бумаги	Сохранение деревьев, снижение отходов
Архивы	Здания для хранения бумажных архивов, которые отапливаются и освещаются	Цифровые архивы на серверах	Экономия энергии и пространства
Транспортировка	Физическая пересылка медицинских карт между учреждениями	Мгновенный цифровой доступ из любого места	Сокращение транспортных выбросов
Дублирование	Дублирование анализов, так как старые результаты трудно найти	Все результаты в одном месте	Сокращение ненужных исследований

4. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В УСТОЙЧИВОМ ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Что такое искусственный интеллект (ИИ) в медицине?

Искусственный интеллект (AI — Artificial Intelligence) в медицине — это использование алгоритмов машинного обучения и глубокого обучения для анализа медицинских данных, постановки диагнозов, прогнозирования рисков и оптимизации процессов.

Применение ИИ для управления экологическими рисками

1. Прогнозирование климатически чувствительных заболеваний

Как работает:

Алгоритмы машинного обучения анализируют исторические данные о:

- Погодных условиях (температура, влажность, осадки)
- Качестве воздуха (концентрация PM 2.5, NO₂, озона)
- Заболеваемости (количество вызовов скорой помощи, госпитализаций, обострений хронических заболеваний)

На основе этого анализа ИИ строит прогностические модели, которые предсказывают, как изменение погоды или качества воздуха повлияет на заболеваемость в ближайшие дни.

Пример:

В некоторых городах мира существуют системы ИИ, которые предсказывают:

- На 20% повысится число вызовов скорой помощи по поводу астмы при повышении уровня PM 2.5 на 10 мкг/м³

- На 15% возрастет число госпитализаций по поводу сердечной недостаточности при повышении температуры на 5°C

Клиническое применение:

- Больницы могут заранее увеличивать количество дежурных бригад скорой помощи
- Врачи общей практики могут заранее предупредить пациентов из группы риска
- Система может автоматически отправлять напоминания пациентам о необходимости принять превентивные меры

2. Оптимизация энергопотребления больниц

Как работает:

ИИ-системы анализируют данные о:

- Энергопотреблении больницы (электричество, отопление, охлаждение)
- Погоде (температура, солнечная активность, ветер)
- Загрузке больницы (количество пациентов, использование оборудования)
- Расписании (дневные/ночные смены, выходные дни)

На основе анализа ИИ оптимизирует работу систем HVAC (отопление, вентиляция, кондиционирование), освещения, оборудования.

Пример:

Система ИИ может автоматически снижать мощность вентиляции в ночные часы (когда в отделениях мало пациентов), регулировать температуру в зависимости от времени суток и погоды, оптимизировать график работы энергоемкого оборудования.

Результат:

Снижение энергопотребления на 15-25% без ущерба для комфорта и безопасности пациентов.

3. Управление запасами и логистикой

Как работает:

ИИ анализирует данные о:

- Использовании медикаментов и расходных материалов
- Сроках годности
- Сезонных колебаниях спроса
- Цепочках поставок

На основе анализа ИИ прогнозирует, сколько и каких препаратов потребуется в будущем, оптимизирует закупки, сокращает потери от истечения срока годности.

Пример:

В больнице внедрена система ИИ, которая прогнозирует:

- Увеличение потребности в антибиотиках в период всплеска респираторных инфекций
- Увеличение потребности в инфузионных растворах в период волн жары (больше пациентов с обезвоживанием)
- Необходимость в дополнительных запасах перед сезоном аллергий

4. Диагностика и скрининг

Как работает:

ИИ-алгоритмы (особенно глубокое обучение на основе нейронных сетей) обучаются на тысячах медицинских изображений (рентгеновские снимки, КТ, МРТ, дерматоскопия) и могут выявлять патологии с точностью, сравнимой или даже превышающей точность врачей-специалистов.

Экологический аспект:

- Более ранняя диагностика позволяет предотвращать тяжелые случаи (которые требуют больше ресурсов для лечения)
- Сокращение ненужных диагностических процедур (ИИ может отсеивать нормальные снимки)
- Повышение эффективности использования дорогостоящего оборудования (меньше времени на анализ снимков)

Пример:

ИИ-система для анализа рентгеновских снимков грудной клетки может выявлять признаки туберкулеза с чувствительностью >95%. Это особенно важно в ресурсно-ограниченных регионах, где не хватает квалифицированных рентгенологов.

5. БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Что такое «большие данные» (Big Data) в здравоохранении?

«Большие данные» (Big Data) в здравоохранении — это огромные массивы данных, которые генерируются из различных источников:

Источник	Тип данных	Объем
Электронные медицинские записи (EHR)	История болезней, анализы, назначения	Огромный
Генетические данные	Последовательности ДНК, геномные исследования	Огромный
Данные носимых устройств	Шаги, сердечный ритм, сон, активность	Растущий
Данные экологического мониторинга	Качество воздуха, температура, влажность	Террабайты
Социальные сети и поисковые системы	Симптомы, поисковые запросы	Гигантский
Данные страховых компаний	Обращения, диагнозы, стоимость лечения	Значительный

Применение больших данных для мониторинга экологических рисков

1. Эпидемиологический надзор на основе экологических данных

Как работает:

Анализ данных о качестве воздуха, температуре, осадках в связке с данными о заболеваемости позволяет выявлять корреляции и прогнозировать вспышки заболеваний.

Пример:

Исследования показывают, что повышение уровня РМ 2.5 коррелирует с ростом заболеваемости COVID-19. Это позволяет:

- Выявлять регионы с повышенным риском
- Принимать превентивные меры (информирование населения, усиление мер защиты)
- Проводить исследования для понимания механизмов

2. Прогнозирование сезонных обострений хронических заболеваний

Как работает:

Анализ многолетних данных о погоде, качестве воздуха и обращениях пациентов с хроническими заболеваниями позволяет выявлять закономерности.

Пример:

В Бишкеке в зимний период, когда уровень загрязнения воздуха максимален, количество обращений с обострениями бронхиальной астмы и ХОБЛ может возрастать на 30-50%. На основе этих данных можно заранее:

- Увеличить запас соответствующих препаратов
- Организовать дополнительные консультации пульмонолога
- Запустить информационную кампанию среди пациентов из группы риска

3. Идентификация уязвимых групп населения

Как работает:

Комбинация данных о здоровье, демографии, социально-экономическом статусе и месте проживания позволяет выявлять наиболее уязвимые группы населения для экологических рисков.

Пример:

На основе данных можно определить, что в определенном микрорайоне проживает большое количество пожилых людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями, а качество воздуха в этом районе хуже, чем в других. Это позволяет:

- Направить в этот район дополнительные медицинские ресурсы
- Организовать информационные мероприятия для жителей
- Предложить властям рассмотреть меры по улучшению экологической ситуации в этом районе

6. ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКИМИ ОТХОДАМИ И РЕСУРСАМИ

Цифровые системы управления отходами

Как работает:

Цифровые системы позволяют отслеживать весь жизненный цикл медицинских отходов — от момента образования до финальной утилизации.

Компоненты системы:

1. **Сканирование на источнике** — при сборе отходов в контейнере сканируется QR-код, который идентифицирует его содержимое (класс отходов, отделение, дата)
2. **Цифровой учет** — все данные о движении отходов регистрируются в системе
3. **Отслеживание до утилизации** — система отслеживает, когда и как отходы были утилизированы
4. **Аналитическая панель** — руководство больницы видит, сколько и каких отходов производится в разных отделениях, какова стоимость утилизации

Преимущества:

- Полная прослеживаемость отходов
- Выявление отделений, где больше всего отходов (можно внедрить меры по сокращению)
- Снижение риска неправильной сортировки и смешивания отходов разных классов
- Оптимизация стоимости утилизации (неопасные отходы дешевле утилизировать)

Цифровое управление энергопотреблением

«Умные» здания больниц:

Внедрение систем «умного» управления зданием (Building Management Systems — BMS) позволяет:

- Автоматически регулировать освещение в зависимости от присутствия людей и естественного света
- Оптимизировать работу систем отопления, вентиляции и кондиционирования в зависимости от температуры, влажности и загрузки помещений
- Мониторить энергопотребление в реальном времени и выявлять аномалии

Цифровые инструменты для управления ресурсами:

Ресурс	Цифровой инструмент	Как работает
Энергия	Интеллектуальные счетчики, BMS, ИИ-оптимизация	Отслеживает потребление, выявляет пики, автоматически корректирует
Вода	Интеллектуальные счетчики, датчики протечек	Отслеживает потребление, выявляет утечки, сигнализирует об аномалиях
Запасы	Системы управления	Отслеживает использование,

лекарств	запасами, прогнозирование	ИИ прогнозирует потребности, предупреждает об истечении срока годности
Медицинские изделия	Инвентаризационные системы, RFID-метки	Отслеживает наличие и использование расходных материалов, автоматически заказывает

7. ЦИФРОВОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ В КЫРГЫЗСТАНЕ: РЕАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Текущее состояние

Кыргызстан находится на раннем этапе цифровой трансформации здравоохранения. Определенные шаги уже сделаны:

1. **Электронные медицинские записи (ЭМЗ)** — пилотное внедрение в некоторых регионах
2. **Телемедицина** — активно развивалась в период пандемии COVID-19; действуют программы дистанционных консультаций
3. **Цифровой паспорт здоровья** — концепция, которая находится в стадии разработки
4. **Мобильные приложения** — используются для информирования населения о санитарно-эпидемиологической ситуации
5. **Государственные информационные системы** — например, система мониторинга инфекционных заболеваний, которая позволяет отслеживать эпидемиологическую ситуацию в режиме реального времени

Барьеры для внедрения

Барьер	Описание	Как преодолеть
Инфраструктура	Недостаток интернета и оборудования, особенно в сельских районах	Государственные инвестиции в инфраструктуру, использование мобильных сетей
Цифровая грамотность	Недостаточная готовность медицинского персонала и пациентов к использованию цифровых технологий	Обучение на всех уровнях, простой и интуитивно понятный интерфейс
Финансирование	Ограниченный бюджет на внедрение цифровых решений	Поиск международных грантов, государственно-частное партнерство
Регуляторная база	Отсутствие законодательства о защите данных, телемедицине, электронных рецептах	Разработка и принятие соответствующих нормативных актов
Интеграция систем	Разные системы, которые не обмениваются данными	Внедрение единых стандартов (например, HL7 FHIR)
Кибербезопасность	Риск утечки данных пациентов	Инвестиции в безопасность, обучение персонала

Приоритетные направления для Кыргызстана

На основе анализа текущей ситуации и международного опыта, можно выделить следующие приоритетные направления:

1. **Развитие телемедицины для отдаленных районов** — особенно для консультаций с узкими специалистами
2. **Внедрение электронных медицинских записей** — создание единой цифровой платформы для всех медицинских организаций
3. **Создание цифровых панелей мониторинга экологических рисков** — интеграция данных о качестве воздуха, температуре с медицинскими данными
4. **Обучение персонала** — подготовка врачей и медсестер к использованию цифровых инструментов
5. **Информирование населения** — использование мобильных приложений и социальных сетей для санитарно-просветительной работы
6. **Разработка нормативно-правовой базы** — создание законодательства, регулирующего телемедицину, электронные рецепты, защиту данных пациентов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ключевые выводы лекции

1. **Цифровое здравоохранение — ключевой инструмент устойчивого развития.** Оно позволяет снижать углеродный след медицинской деятельности, повышать доступность помощи и улучшать управление ресурсами.
2. **Мониторинг экологических рисков становится цифровым.** Низкозатратные датчики, спутниковые данные и ГИС позволяют отслеживать качество воздуха, температуру и другие экологические факторы в реальном времени.
3. **Телемедицина сокращает выбросы CO₂.** Каждая дистанционная консультация снижает транспортные выбросы, экономит время пациентов и врачей.
4. **Искусственный интеллект помогает прогнозировать и предотвращать.** ИИ может предсказывать всплески заболеваний, оптимизировать энергопотребление больниц и управлять запасами.
5. **Цифровые системы управления ресурсами — основа «зеленой больницы».** Они позволяют снизить потребление энергии, воды, сократить отходы и потери лекарств.
6. **Кыргызстан находится на начальном этапе цифровой трансформации.** Несмотря на существующие барьеры, потенциал для развития огромен, и медицинские работники должны быть готовы к этим изменениям.

СВЯЗЬ С ПРАКТИЧЕСКИМИ ЗАНЯТИЯМИ

Материал этой лекции создает основу для следующих практических занятий:

1. **Практическое занятие №8:** «Анализ цифровых данных о состоянии окружающей среды и их влиянии на здоровье населения. Использование геоинформационных технологий в медико-экологическом анализе» — здесь вы будете работать с реальными цифровыми данными.
2. **Практическое занятие №9:** «Разработка цифровых решений для повышения экологической безопасности. Разработка профилактических мероприятий с использованием цифровых технологий» — здесь вы будете разрабатывать собственные проекты с использованием цифровых инструментов.
3. **Групповой проект (СРС):** «Разработка практических предложений по повышению устойчивости медицинских организаций» — цифровые решения могут стать частью ваших предложений.

ВОПРОСЫ ДЛЯ РАЗМЫШЛЕНИЯ

1. Как вы думаете, какие цифровые технологии могли бы быть наиболее полезны для системы здравоохранения Кыргызстана? Почему?
2. Какие этические вопросы возникают при использовании искусственного интеллекта в медицине? (Конфиденциальность данных, алгоритмическая предвзятость, ответственность за ошибки)
3. Как телемедицина может изменить практику работы врача в сельской местности? (Повышение доступности специалистов, возможность дистанционного мониторинга, снижение необходимости командировок)
4. Какие риски связаны с использованием низкократных датчиков для мониторинга качества воздуха? (Неточность, неправильная интерпретация данных, создание ложного чувства безопасности)
5. Как вы считаете, можно ли оценить экологический эффект внедрения электронных медицинских записей в масштабах страны? (Снижение использования бумаги, экономия места для архивов, сокращение транспортных перевозок)
6. Почему в Кыргызстане внедрение цифровых технологий в здравоохранении идет медленнее, чем в развитых странах? (Инфраструктура, финансирование, цифровая грамотность, регуляторные вопросы)

ЛИТЕРАТУРА

1. World Health Organization. *Global Strategy on Digital Health 2020-2025*. Geneva: WHO; 2021.
2. World Health Organization. *Digital Health and Climate Change: Opportunities and Challenges*. Geneva: WHO; 2022.

3. European Commission. *Digital Transformation of Health and Care for a Sustainable Future*. Brussels: European Commission; 2020.
4. Khanna S, Dalal S, Mani K, et al. Artificial intelligence and machine learning in healthcare: a review of applications and challenges. *J Med Syst*. 2023;47(1):45-58.
5. Bhavnani SP, Narula J, Sengupta PP. Mobile technology and the digitization of healthcare. *Eur Heart J*. 2016;37(18):1428-1438.
6. Deloitte. *Digital Health: The Role of Technology in Building Sustainable Healthcare Systems*. London: Deloitte; 2023.
7. McKinsey & Company. *The Future of Health: Digital Health and Sustainability*. New York: McKinsey; 2022.
8. WHO Regional Office for Europe. *Telemedicine: A Key Tool for Climate Resilience in Healthcare*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2023.
9. United Nations Development Programme (UNDP). *Digital Transformation in Kyrgyzstan: Healthcare Sector*. Bishkek: UNDP; 2022.
10. Government of the Kyrgyz Republic. *Digital Transformation Strategy of the Kyrgyz Republic 2023-2030*. Bishkek; 2023.
11. National Academy of Medicine. *Digital Health and Climate Change*. Washington, DC: National Academies Press; 2025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK614580/>
12. Health Care Without Harm. *Digital Health and Climate Action*. Arlington, VA: Health Care Without Harm; 2022.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ (СРС)

ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ

Дисциплина: Устойчивый экологический менеджмент и климатические стратегии в здравоохранении

Форма контроля: Зачет

Общая трудоемкость СРС: 30 часов

Формат: Групповой проект (3-5 человек) на протяжении всего семестра

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СРС

1.1. Цель СРС

Сформировать у студентов практические навыки разработки и обоснования предложений по повышению экологической устойчивости медицинских организаций с учетом климатических изменений и возможностей цифровизации через выполнение группового проектно-ориентированного задания.

1.2. Задачи СРС

1. Научиться проводить анализ экологических проблем и климатических рисков конкретного медицинского подразделения.
2. Освоить методы сбора и анализа данных для оценки экологического следа медицинской деятельности.
3. Развить навыки применения методологии оценки жизненного цикла (LCA) и расчета углеродного следа.
4. Сформировать умение разрабатывать конкретные, реалистичные и обоснованные предложения по «озеленению» и цифровизации медицинских организаций.
5. Развить навыки междисциплинарной проектной работы и презентации результатов.
6. Освоить навыки взаиморецензирования проектных работ коллег.

1.3. Результаты СРС

По завершении СРС студент должен:

Знать:

- Методологию оценки экологического следа медицинской деятельности.
- Принципы «зеленых» закупок и эко-дизайна в медицине.
- Современные цифровые решения для повышения устойчивости здравоохранения.
- Нормативно-правовую базу управления медицинскими отходами и энергоэффективностью в КР.

Уметь:

- Проводить анализ экологических проблем медицинского подразделения.
- Применять упрощенные методы LCA и расчета углеродного следа.
- Разрабатывать конкретные предложения по повышению устойчивости.
- Использовать цифровые инструменты для мониторинга экологических рисков.
- Презентовать результаты проектной работы.

Владеть:

- Навыками междисциплинарной работы в проектной команде.
- Методами сбора и анализа данных для экологической оценки.
- Навыками разработки практических рекомендаций по устойчивому развитию в медицине.
- Навыками взаиморецензирования и конструктивной критики.

2. СТРУКТУРА И ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА

2.1. Общая структура СРС

№	Этап проектной работы	Содержание этапа	Часы	Форма отчетности
1	Выбор темы и анализ ситуации	Выбор объекта (поликлиника, стационар, лаборатория, стоматологический кабинет, аптека). Идентификация ключевых экологических проблем и климатических рисков для данного объекта. Сбор исходных данных (по литературе и открытым источникам).	4	Краткое описание объекта и выявленных проблем (1-2 стр.)
2	Обзор лучших практик	Поиск и анализ аналогов: «зеленые» больницы, успешные проекты по снижению углеродного следа, цифровые решения в мире и в КР. Оформление обзора.	4	Обзор лучших практик (2-3 стр.)
3	Применение методов оценки	Выполнение упрощенной оценки одного из показателей для выбранного объекта: объем медицинских отходов, потребление энергии/воды, углеродный след (калькулятор), либо оценка жизненного цикла (LCA)	8	Расчеты и их обоснование (3-5 стр.)

		одного расходного материала.		
4	Разработка предложений	Формулирование 3-5 конкретных, реалистичных предложений по «озеленению» и цифровизации объекта. Включение аспектов адаптации к климатическим изменениям (жара, загрязнение воздуха, инфекции).	6	Описание предложений с обоснованием (3-4 стр.)
5	Подготовка презентации и защиты	Создание презентации (10-12 слайдов) и краткого описания проекта (рефлексивное эссе на группу или индивидуально по выбору преподавателя). Подготовка ответов на вопросы.	4	Презентация (10-12 слайдов) + эссе (1-2 стр.)
6	Взаиморецензирование	Ознакомление с проектами других групп (внутри учебной группы или на платформе LMS), написание краткой рецензии (2-3 предложения) на один из проектов.	4	Рецензия (0,5-1 стр.)
ИТОГО			30	

3. ДЕТАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ЭТАПОВ ПРОЕКТА

ЭТАП 1: Выбор темы и анализ ситуации (4 часа)

3.1. Задачи этапа

1. Выбор объекта исследования:

Студенты выбирают конкретное медицинское подразделение для анализа. Объектом может быть:

Тип объекта	Примеры	Особенности
Амбулаторное учреждение	Городская поликлиника, семейный медицинский центр, стоматологическая клиника	Относительно небольшой объем отходов, но высокий поток пациентов, значительный транспортный след
Стационарное учреждение	Многопрофильная больница, родильный дом, хирургический стационар	Высокое энерго- и водопотребление, значительные объемы медицинских отходов, сложная логистика
Специализированное отделение	Отделение гемодиализа, операционный блок,	Специфические потоки отходов, высокие требования к

	лаборатория, реанимация	стерильности, энергоемкое оборудование
Вспомогательное подразделение	Центральное стерилизационное отделение (ЦСО), прачечная, аптека, склад	Значительное потребление воды и энергии, специфические отходы
Учебное подразделение	Учебная поликлиника, симуляционный центр	Образовательный контекст, меньшая нагрузка, но возможность внедрения инноваций

Важно: Если нет возможности исследовать реальный объект, можно использовать **учебный объект** — гипотетическое отделение с заданными параметрами (преподаватель предоставляет исходные данные).

2. Идентификация экологических проблем и климатических рисков:

Студенты должны выявить и описать:

- **Экологические проблемы:**
 - Какие виды медицинских отходов образуются? Как они утилизируются?
 - Каково энергопотребление? Какие источники энергии используются?
 - Каково водопотребление? Есть ли проблемы с водоснабжением?
 - Какие химические вещества используются (дезинфектанты, лекарства)?
 - Есть ли проблемы с внутренним качеством воздуха?
- **Климатические риски:**
 - Подвержен ли объект экстремальным погодным явлениям (жара, наводнения)?
 - Как климатические изменения могут повлиять на работу объекта?
 - Какие группы населения наиболее уязвимы?

3. Сбор исходных данных:

Студенты собирают данные из:

- Личных наблюдений (если объект доступен)
- Открытых источников (сайты, отчеты)
- Литературы по теме
- Данных, предоставленных преподавателем

3.2. Примерный план описания объекта

1. Общая характеристика объекта:

- Название, тип, профиль, мощность (койки/посещения)
- Местоположение (город/село, район)
- Год постройки, состояние зданий

2. Основные потоки ресурсов:

- Водоснабжение и водоотведение (источники, проблемы)
- Энергоснабжение (электричество, отопление, источники)
- Медицинские отходы (виды, объемы, методы утилизации)
- Лекарства и расходные материалы (ассортимент, закупки)

3. Климатические риски для объекта:

- Подверженность наводнениям, землетрясениям, жаре
- Состояние зданий, инженерных систем
- Готовность к чрезвычайным ситуациям

4. Выявленные проблемы (не менее 3-5):

- Какие экологические проблемы наиболее остры?
- Какие климатические риски наиболее значимы?

3.3. Форма отчетности: Описание объекта и выявленных проблем (1-2 страницы)

Примерная структура отчета:

1. Краткое описание объекта (0,5 стр.)
2. Основные потоки ресурсов и их проблемы (0,5 стр.)
3. Климатические риски (0,5 стр.)
4. Вывод: ключевые проблемы для проекта (0,5 стр.)

ЭТАП 2: Обзор лучших практик (4 часа)

3.4. Задачи этапа

1. Поиск и анализ успешных проектов по устойчивому развитию в здравоохранении:
 - Международный опыт: «зеленые» больницы (GGHN — Global Green and Healthy Hospitals), программа Health Care Without Harm
 - Региональный опыт: проекты в Центральной Азии, Кыргызстане
 - Цифровые решения: телемедицина, электронные медицинские записи, системы мониторинга
2. Выявление применимых решений для выбранного объекта:
 - Что из лучших практик может быть адаптировано?
 - Какие технологии наиболее реалистичны для внедрения?
3. Оценка барьеров и возможностей:
 - Какие барьеры существуют для внедрения (финансовые, организационные, регуляторные)?

- Какие возможности есть (программы поддержки, гранты, партнерства)?

3.5. Рекомендуемые источники для обзора

Международные источники:

- Health Care Without Harm (HCWH) — глобальная сеть «зеленых» больниц
- Global Green and Healthy Hospitals (GGHH) — международная сеть
- WHO — программы по устойчивому развитию здравоохранения
- Lancet Countdown — отчеты о климате и здоровье

Региональные источники:

- UNDP Kyrgyzstan — проекты по устойчивому развитию
- Министерство здравоохранения КР — программы и инициативы
- Национальные программы по энергоэффективности и устойчивому развитию

Примеры лучших практик (для вдохновения):

Практика	Описание	Применимость в КР
«Зеленая» больница в Швеции	Полный переход на возобновляемую энергию, замкнутый цикл воды, управление отходами	Частично (высокие инвестиции)
Энергоэффективные автоклавы в Индии	Использование солнечной энергии для стерилизации	Применимо (солнечная энергия доступна)
Программа телемедицины в Монголии	Дистанционное консультирование для отдаленных районов	Применимо (география похожа)
«Нарынская модель» управления отходами в КР	Инновационная система управления медицинскими отходами	Уже внедрена — анализ масштабирования
Цифровые платформы мониторинга воздуха	Использование низкочастотных датчиков для мониторинга качества воздуха в больницах	Применимо (доступные технологии)

3.6. Форма отчетности: Обзор лучших практик (2-3 страницы)

Примерная структура:

1. Введение: цель обзора (0,3 стр.)
2. Международные практики (1 стр.)
3. Региональные практики (0,5 стр.)
4. Применимость к выбранному объекту (0,5 стр.)
5. Выводы (0,3 стр.)

ЭТАП 3: Применение методов оценки (8 часов)

3.7. Задачи этапа

Студенты выполняют **упрощенную количественную оценку** одного из показателей для выбранного объекта.

Варианты оценки (на выбор группы):

Вариант	Что оценивается	Метод	Сложность
А	Объем и структура медицинских отходов	Классификация отходов, расчет объемов (кг/месяц, кг/койка)	Средняя
Б	Энергопотребление отделения	Расчет потребления электроэнергии (кВт·ч/год, кВт·ч/м ²)	Средняя
В	Водопотребление и водный след	Расчет потребления воды (м ³ /месяц, л/койка/день)	Средняя
Г	Углеродный след (упрощенный)	Использование онлайн-калькулятора или упрощенной формулы	Сложная
Д	Оценка жизненного цикла (LCA) одного расходного материала	Сравнение одноразового и многоразового аналога	Сложная

3.8. Методические указания по каждому варианту

Вариант А: Оценка медицинских отходов

1. Сбор данных:

- Изучите, какие виды отходов образуются в выбранном объекте
- Определите классы отходов (А, Б, В, Г, Д) по классификации КР
- Оцените объемы (можно использовать нормативные данные или данные из литературы)

2. Расчет:

- Рассчитайте общий объем отходов за месяц и за год (кг)
- Рассчитайте удельные показатели (кг/койка/день или кг/посещение)
- Определите долю каждого класса отходов (в %)

3. Анализ:

- Сравните с нормативами (если есть)
- Выявите наиболее проблемные классы отходов
- Оцените потенциал сокращения и переработки

Пример расчета:

Исходные данные (для гипотетической поликлиники на 200 посещений/день):

- Класс А (неопасные): 50 кг/день
- Класс Б (опасные): 15 кг/день
- Класс Г (токсичные): 2 кг/день

- Класс Д (радиоактивные): 0 кг/день

Расчет:

- Общий объем: $50 + 15 + 2 = 67$ кг/день

- Общий объем за год: $67 \times 365 = 24\,455$ кг/год

- Доля класса А: $50/67 \times 100 = 74,6\%$

- Доля класса Б: $15/67 \times 100 = 22,4\%$

- Доля класса Г: $2/67 \times 100 = 3,0\%$

- Удельный показатель: $67 \text{ кг/день} / 200 \text{ посещений} = 0,335 \text{ кг/посещение}$

Вариант Б: Оценка энергопотребления

1. Сбор данных:

- Соберите данные о потреблении электроэнергии (счетчики, счета)
- Изучите основные потребители (освещение, вентиляция, оборудование)
- Оцените площадь помещений (м^2)

2. Расчет:

- Рассчитайте годовое потребление электроэнергии ($\text{кВт}\cdot\text{ч/год}$)
- Рассчитайте удельное потребление ($\text{кВт}\cdot\text{ч/м}^2/\text{год}$)
- Оцените стоимость электроэнергии (сом/год)

3. Анализ:

- Сравните с нормативами (для больниц: $250\text{-}400 \text{ кВт}\cdot\text{ч/м}^2/\text{год}$)
- Выявите наиболее энергоемкие системы
- Оцените потенциал энергосбережения

Пример расчета:

Исходные данные (для гипотетического терапевтического отделения на 60 коек, площадь 1500 м^2):

- Потребление электроэнергии за месяц: $25\,000 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$

- Потребление за год: $25\,000 \times 12 = 300\,000 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год}$

- Удельное потребление: $300\,000 / 1500 = 200 \text{ кВт}\cdot\text{ч/м}^2/\text{год}$

- Стоимость: $300\,000 \times 7,5 \text{ сом/кВт}\cdot\text{ч} = 2\,250\,000 \text{ сом/год}$

Вариант В: Оценка водопотребления

1. Сбор данных:

- Соберите данные о потреблении воды (счетчики, счета)
- Изучите основные потребители (пациенты, персонал, стирка, охлаждение)

2. Расчет:

- Рассчитайте суточное и годовое потребление воды (м³)
- Рассчитайте удельное потребление (л/койка/день)
- Оцените стоимость воды (сом/год)

3. Анализ:

- Сравните с нормативами (500-700 л/койка/день)
- Выявите наиболее водоемкие процессы
- Оцените потенциал водосбережения

Пример расчета:

Исходные данные (для гипотетического отделения на 60 коек):

- Потребление воды за сутки: 30 м³
- Потребление за год: $30 \times 365 = 10\,950$ м³/год
- Удельное потребление: $30 \text{ м}^3 / 60 \text{ коек} = 0,5 \text{ м}^3/\text{койка/день} = 500 \text{ л/койка/день}$
- Стоимость: $10\,950 \times 15 \text{ сом/м}^3 = 164\,250 \text{ сом/год}$

Вариант Г: Упрощенный расчет углеродного следа

1. Сбор данных:

- Потребление электроэнергии (кВт·ч/год)
- Потребление тепла (Гкал/год)
- Объем отходов (кг/год)
- Транспорт (км/год)

2. Расчет (с использованием коэффициентов эмиссии):

Коэффициенты эмиссии (учебные, для Кыргызстана):

Источник выбросов	Коэффициент эмиссии	Примечание
Электроэнергия	0,4 кг CO ₂ /кВт·ч	Для угольной электроэнергии
Тепло (газ)	0,2 т CO ₂ /Гкал	Природный газ
Отходы (захоронение)	0,5 кг CO ₂ /кг	Выбросы метана
Отходы (сжигание)	1,0 кг CO ₂ /кг	Выбросы CO ₂
Транспорт (автомобиль)	0,15 кг CO ₂ /км	Легковой автомобиль

Формула:

Углеродный след = Σ (Данные о деятельности $\times$ Коэффициент эмиссии)

Пример расчета:

- Электроэнергия: $300\,000 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \times 0,4 = 120\,000 \text{ кг CO}_2$
- Тепло: $500 \text{ Гкал} \times 0,2 = 100\,000 \text{ кг CO}_2$
- Отходы: $24\,455 \text{ кг} \times 0,5 = 12\,228 \text{ кг CO}_2$
- Транспорт: $10\,000 \text{ км} \times 0,15 = 1\,500 \text{ кг CO}_2$
- ИТОГО: $120\,000 + 100\,000 + 12\,228 + 1\,500 = 233\,728 \text{ кг CO}_2/\text{год} = 233,7 \text{ т CO}_2/\text{год}$

Вариант Д: Упрощенная LCA расходного материала

1. Выбор материала:

- Выберите один расходный материал (например, хирургический халат, перчатки, шприц)
- Сравните одноразовый и многоразовый вариант

2. Сбор данных:

- Вес изделия, состав материалов
- Количество использований (для многоразового)
- Затраты на производство, стерилизацию, утилизацию

3. Расчет LCA (упрощенный):

- Оцените углеродный след каждого варианта на 1 использование
- Учитывайте: производство, транспортировку, использование (стирка/стерилизация), утилизацию

Пример расчета LCA для хирургического халата:

Одноразовый халат:

- Вес: 200 г (полипропилен)
- Углеродный след производства: 5 кг CO₂/халат
- Транспортировка: 0,5 кг CO₂
- Утилизация (сжигание): 0,2 кг CO₂
- ИТОГО на 1 использование: 5,7 кг CO₂

Многоразовый халат (75 использований):

- Вес: 500 г (хлопок)
- Углеродный след производства: 8 кг CO₂/халат
- Транспортировка: 0,5 кг CO₂
- Стирка и стерилизация: $0,5 \text{ кг CO}_2 \times 75 = 37,5 \text{ кг CO}_2$

- Конечная утилизация: $0,5 \text{ кг CO}_2$
- ИТОГО на 75 использований: $8 + 0,5 + 37,5 + 0,5 = 46,5 \text{ кг CO}_2$
- ИТОГО на 1 использование: $46,5 / 75 = 0,62 \text{ кг CO}_2$

Вывод: Многоразовый халат в 9 раз экологичнее одноразового ($5,7 / 0,62 = 9,2$)

3.9. Форма отчетности: Расчеты и их обоснование (3-5 страниц)

Примерная структура:

1. Введение: описание выбранного метода оценки (0,5 стр.)
2. Исходные данные и их источники (0,5 стр.)
3. Методика расчета (0,5-1 стр.)
4. Результаты расчетов (таблицы, графики) (1-2 стр.)
5. Интерпретация результатов (0,5-1 стр.)

ЭТАП 4: Разработка предложений (6 часов)

3.10. Задачи этапа

На основе анализа (этап 1), обзора лучших практик (этап 2) и количественной оценки (этап 3) студенты разрабатывают **3-5 конкретных предложений** по повышению устойчивости выбранного объекта.

Категории предложений:

Категория	Примеры предложений
Управление отходами	Внедрение раздельного сбора отходов, переход на многоразовые изделия, установка автоклавов для обработки отходов
Энергоэффективность	Замена освещения на LED, установка датчиков движения, утепление зданий, переход на возобновляемую энергию
Водосбережение	Установка водосберегающей сантехники, сбор дождевой воды, замкнутые циклы охлаждения
Экологичные закупки	Внедрение критериев «зеленых» закупок, закупка многоразовых изделий, биоразлагаемых материалов
Цифровые решения	Внедрение электронных медицинских записей, телемедицины, цифрового мониторинга ресурсов
Адаптация к климату	Разработка планов на случай жары, наводнений, обеспечение резервного питания и воды
Обучение и культура	Программы обучения персонала, вовлечение пациентов, создание «зеленых» команд

3.11. Требования к предложениям

Каждое предложение должно быть:

1. **Конкретным** — что именно предлагается сделать?

2. **Реалистичным** — выполнимо ли это в условиях Кыргызстана?
3. **Обоснованным** — почему это предложение выбрано (связь с выявленными проблемами)?
4. **Измеримым** — как оценить эффект от внедрения?
5. **С расчетом эффективности** — примерная экономия (в деньгах, ресурсах, выбросах) и срок окупаемости

Структура описания одного предложения:

Элемент	Описание
Название предложения	Краткое, отражающее суть
Проблема	Какая проблема решается?
Описание	Что именно предлагается сделать?
Обоснование	Почему это эффективно (ссылка на анализ, лучшие практики, расчеты)?
Ожидаемый эффект	Какие результаты ожидаются?
Ресурсы	Что потребуется (финансы, оборудование, обучение)?
Сроки	Сколько времени займет внедрение?
Окупаемость	Примерный срок окупаемости (если есть инвестиции)

3.12. Форма отчетности: Описание предложений с обоснованием (3-4 страницы)

Примерная структура:

1. Введение: связь предложений с выявленными проблемами (0,5 стр.)
2. Предложение 1: название, описание, обоснование, эффект (0,5 стр.)
3. Предложение 2: название, описание, обоснование, эффект (0,5 стр.)
4. Предложение 3: название, описание, обоснование, эффект (0,5 стр.)
5. Предложение 4: название, описание, обоснование, эффект (0,5 стр.)
6. Предложение 5: название, описание, обоснование, эффект (0,5 стр.)
7. Сводная таблица всех предложений с приоритетами (0,5 стр.)

Пример предложения:

Элемент	Описание
Название	Внедрение LED-освещения в коридорах и палатах отделения
Проблема	Текущее освещение (люминесцентные лампы) потребляет много энергии и требует частой замены. Высокие затраты на электроэнергию (из расчета этапа 3).
Описание	Замена всех люминесцентных ламп (36 Вт) на LED-лампы (18 Вт) в палатах, коридорах и процедурных кабинетах. Установка датчиков движения в коридорах.
Обоснование	Снижение энергопотребления на 50%. Срок службы LED-ламп в 3-5 раз больше. Отсутствие ртути (безопасная утилизация). В расчетах этапа 3 показано, что освещение составляет 20% энергопотребления отделения.

Ожидаемый эффект	Сокращение энергопотребления: 50 000 кВт·ч/год. Экономия: 375 000 сом/год. Снижение выбросов CO ₂ : 20 т/год.
Ресурсы	Закупка 200 LED-ламп (300 сом/шт. = 60 000 сом). Установка 20 датчиков движения (1 000 сом/шт. = 20 000 сом). Общие инвестиции: 80 000 сом.
Сроки	Закупка — 1 месяц, установка — 2 недели. Итого: 1,5 месяца.
Окупаемость	80 000 сом / 375 000 сом/год = 0,21 года ($\approx$ 2,5 месяца).

ЭТАП 5: Подготовка презентации и защиты (4 часа)

3.13. Задачи этапа

1. Подготовка презентации (10-12 слайдов):

Презентация должна быть наглядной, лаконичной и убедительной. Рекомендуемая структура:

Слайд	Содержание
1	Название проекта, ФИО участников, название объекта
2	Актуальность: почему эта проблема важна (климат, экология, здоровье)
3	Краткая характеристика объекта (тип, мощность, местоположение)
4	Выявленные проблемы и климатические риски
5	Анализ лучших практик (2-3 примера)
6	Результаты количественной оценки (таблицы, графики)
7-9	Основные предложения (по 1-2 на слайд, с иллюстрациями)
10	Ожидаемые эффекты (экономия, снижение выбросов)
11	Барьеры и пути их преодоления
12	Выводы и рекомендации

2. Подготовка краткого описания проекта (рефлексивное эссе):

Эссе (1-2 страницы) должно отражать:

- Что было самым сложным в проекте?
- Что было самым интересным?
- Какие навыки удалось развить?
- Как полученные знания могут пригодиться в профессиональной деятельности?

3.14. Форма отчетности:

1. **Презентация (10-12 слайдов)** — предоставляется в электронном виде (PPT, PDF)
2. **Рефлексивное эссе (1-2 страницы)** — может быть на группу или индивидуально (по выбору преподавателя)

ЭТАП 6: Взаиморецензирование (4 часа)

3.15. Задачи этапа

1. Ознакомление с проектами других групп (внутри учебной группы или на платформе LMS).

2. Написание краткой рецензии (0,5-1 страницы) на один из проектов (по выбору или по назначению преподавателя).

3.16. Структура рецензии

1. **Общая оценка проекта:**

- Насколько актуальна проблема?
- Насколько убедительно обоснован проект?

2. **Сильные стороны:**

- Что сделано хорошо?
- Какие предложения особенно интересны?

3. **Слабые стороны:**

- Какие аспекты требуют доработки?
- Какие предложения недостаточно обоснованы?

4. **Вопросы и комментарии:**

- Какие вопросы возникли при ознакомлении?
- Какие дополнения можно предложить?

5. **Общая оценка (по 5-балльной шкале):**

- 5 — отлично
- 4 — хорошо
- 3 — удовлетворительно
- 2 — неудовлетворительно

3.17. Форма отчетности: Рецензия (0,5-1 страница)

4. ТЕМЫ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ (ПРИМЕРНЫЕ)

Ниже приведены примерные темы проектов, которые студенты могут выбрать или адаптировать под свой объект:

№	Тема проекта	Тип объекта	Основные аспекты
1	«Снижение углеродного следа хирургического отделения: переход на многоразовые текстильные изделия»	Хирургическое отделение	Отходы, экономика, LCA
2	«Внедрение раздельного сбора медицинских отходов в стоматологической клинике»	Стоматологическая клиника	Отходы, безопасность, обучение

3	«Программа телемедицинского наблюдения за пациентами с ХОБЛ в периоды повышения загрязнения воздуха»	Поликлиника/пульмонологическое отделение	Цифровые технологии, загрязнение воздуха
4	«Энергоаудит и план энергосбережения для типовой поликлиники»	Поликлиника	Энергоэффективность, LED, HVAC
5	«Цифровой дашборд для мониторинга потребления воды и энергии в стационаре»	Стационар	Цифровые технологии, мониторинг
6	«Адаптация к волнам жары: экологичные и безопасные решения для терапевтического отделения»	Терапевтическое отделение	Адаптация к климату, жара
7	«Оценка жизненного цикла одноразовых и многоразовых масок: экологический и экономический анализ для медицинской организации»	Любой тип	LCA, одноразовые vs многоразовые
8	«Внедрение системы управления водными ресурсами в отделении гемодиализа»	Отделение гемодиализа	Водосбережение, замкнутый цикл
9	«Разработка «зеленых» критериев закупок для городской больницы»	Больница	Green procurement, LCA
10	«Программа обучения персонала принципам устойчивого развития в клинике»	Поликлиника/больница	Обучение, культура
11	«Оценка и снижение углеродного следа центрального стерилизационного отделения»	ЦСО	Углеродный след, энергоэффективность
12	«Использование биоразлагаемых материалов для упаковки стерильных инструментов»	ЦСО/хирургия	Биоразлагаемые материалы
13	«План действий при экстремальной жаре для городской поликлиники»	Поликлиника	Адаптация к климату
14	«Внедрение системы сбора дождевой воды»	Больница	Водосбережение

	для технических нужд больницы»		
15	«Цифровой мониторинг качества воздуха в помещении терапевтического отделения»	Терапевтическое отделение	Качество воздуха, цифровые технологии

5. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРОЕКТА

Критерий	Вес	Отлично (5)	Хорошо (4)	Удовлетворительно (3)	Неудовлетворительно (2)
1. Анализ проблемы (этап 1)	15 %	Глубокий анализ, выявлены все ключевые проблемы и риски	Анализ правильный, но неполный	Поверхностный анализ, упущены важные аспекты	Анализ отсутствует или неверный
2. Обзор лучших практик (этап 2)	10 %	Разнообразные источники, релевантные примеры, анализ применимости	Релевантные примеры, но ограниченный анализ	Только общие примеры без анализа применимости	Обзор отсутствует
3. Количественная оценка (этап 3)	20 %	Точные расчеты, правильная интерпретация, наглядное представление	Правильные расчеты, но неполная интерпретация	Расчеты с ошибками или неполные	Расчеты отсутствуют или неверные
4. Разработка предложений (этап 4)	25 %	5 конкретных, обоснованных, реалистичных предложений с расчетом эффекта	3-4 конкретных, обоснованных предложений	3-4 предложения, но недостаточно обоснованные	Менее 3 предложений или нереалистичные
5. Качество презентации (этап 5)	15 %	Наглядная, логичная, убедительная, с хорошими визуальными элементами	Хорошая презентация, но есть недостатки	Удовлетворительная, но неполная	Плохая или отсутствует
6. Рефлексивное эссе (этап 5)	10 %	Глубокий анализ опыта, четкие выводы о развитых навыках	Анализ опыта, но поверхностный	Ограниченный анализ	Отсутствует
7. Взаиморецензирование	5%	Конструктивная,	Рецензия правильная	Поверхностная рецензия	Отсутствует

вание (этап 6)		аргументированная рецензия	, но недостаточная детальная		
----------------	--	----------------------------	------------------------------	--	--

6. КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ СРС (ПРИМЕРНЫЙ)

Неделя	Этап	Задача	Часы	Срок сдачи
1-2	Этап 1	Выбор темы и анализ ситуации	4	Конец 2-й недели
3-4	Этап 2	Обзор лучших практик	4	Конец 4-й недели
5-7	Этап 3	Применение методов оценки	8	Конец 7-й недели
8-9	Этап 4	Разработка предложений	6	Конец 9-й недели
10-11	Этап 5	Подготовка презентации и защиты	4	Конец 11-й недели
12-13	Этап 6	Взаиморецензирование	4	Конец 13-й недели
14	—	Защита проектов	—	По расписанию

7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ СРС

Основная литература:

1. World Health Organization. *Environmentally Sustainable Health Systems: A Strategic Document*. Geneva: WHO; 2020.
2. Health Care Without Harm. *Green Procurement in Healthcare: A Guide for Hospitals*. Arlington, VA: Health Care Without Harm; 2022.

Дополнительная литература:

3. Thiel CL, Woods NC, Bilec MM. Strategies to reduce greenhouse gas emissions from laparoscopic surgery. *Surg Endosc*. 2018;32(3):1282-1290.
4. MacNeill AJ, Lillywhite R, Brown CJ. The impact of surgery on global climate: a carbon footprinting study of operating theatres in three health systems. *Lancet Planet Health*. 2017;1(9):e381-e388.
5. Health Care Without Harm. *The Principles of Green Hospital Design*. Arlington, VA: Health Care Without Harm; 2021.
6. World Health Organization. *WHO global air quality guidelines*. Geneva: WHO; 2021.

7. UNDP Kyrgyzstan. *Green Procurement Guidelines for Healthcare*. Bishkek: UNDP; 2022.
8. Government of the Kyrgyz Republic. Decree No. 719 "On the management of medical waste and mercury-containing products in healthcare organizations". Bishkek; 2019.
9. National Academy of Medicine. *A Research Agenda for Climate Change and Human Health*. Washington, DC: National Academies Press; 2025.
10. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Geneva: IPCC; 2023.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

Тема: Климатически чувствительные заболевания: сердечно-сосудистые, респираторные, инфекционные, психические

Продолжительность: 90 минут

Форма проведения: Работа в малых группах с кейсами

1. ЦЕЛИ ЗАНЯТИЯ

Цель:

Сформировать у студентов системное понимание взаимосвязи между климатическими факторами и развитием основных групп заболеваний, а также развить навыки оценки климатических рисков для здоровья различных групп населения.

Задачи:

1. Изучить механизмы влияния климатических изменений на возникновение и течение сердечно-сосудистых, респираторных, инфекционных и психических заболеваний.
2. Научиться выявлять климатически чувствительных пациентов в клинической практике.
3. Освоить алгоритмы климатически информированного профилактического консультирования.
4. Развить навыки междисциплинарного анализа клинических случаев с учетом экологических и климатических факторов.

2. СТУДЕНТ ДОЛЖЕН

Знать:

- Классификацию климатически чувствительных заболеваний и механизмы их развития.
- Основные климатические факторы, влияющие на здоровье (температура, влажность, загрязнение воздуха, ультрафиолетовое излучение, экстремальные погодные явления).
- Группы населения с повышенной климатической уязвимостью.
- Принципы климатически информированного профилактического консультирования.

Уметь:

- Оценивать риски развития климатически чувствительных заболеваний у конкретного пациента.

- Планировать адаптационные профилактические мероприятия для различных групп населения.
- Использовать данные о климатических и экологических факторах для обоснования клинических решений.
- Консультировать пациентов по вопросам снижения климатических рисков для здоровья.

Владеть:

- Навыками сбора и анализа климатического анамнеза.
- Методами оценки климатической уязвимости пациентов.
- Навыками климатически информированного профилактического консультирования.
- Навыками междисциплинарной работы в группах.

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 лекций №1-2, обсуждение ключевых понятий: климатически чувствительные заболевания, механизмы воздействия, уязвимые группы
3. Блок информации для студентов	20 мин	Мини-лекция с презентацией по механизмам развития климатически чувствительных заболеваний
4. Работа в малых группах с кейсами	35 мин	Студенты делятся на 3 группы (по 4-6 человек). Каждая группа получает клинический кейс и задания к нему
5. Презентация решений групп	15 мин	Каждая группа представляет результаты обсуждения (5-7 минут на группу)
6. Обсуждение и обратная связь	3 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. Климатически чувствительные заболевания: определение и классификация

Климатически чувствительные заболевания (Climate-Sensitive Diseases) — это заболевания, частота, тяжесть, географическое распространение или сезонность которых зависят от климатических факторов и их изменений.

Всемирная организация здравоохранения выделяет четыре основные группы климатически чувствительных заболеваний:

Группа	Примеры заболеваний	Основные климатические факторы
Сердечно-сосудистые	Ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда, инсульт, гипертоническая болезнь, нарушения ритма	Экстремальная жара, холод, перепады атмосферного давления, загрязнение воздуха
Респираторные	Бронхиальная астма, ХОБЛ, респираторные инфекции, аллергические риниты	Загрязнение воздуха (PM 2.5, озон, NO ₂), повышение температуры, распространение аллергенов
Инфекционные	Малярия, лихорадка денге, холера, сальмонеллез, кампилобактериоз, болезнь Лайма	Температура, влажность, изменения ареалов переносчиков, качество воды
Психические	Посттравматическое стрессовое расстройство, тревожные расстройства, депрессия, экологическая тревога	Экстремальные погодные явления, вынужденное перемещение, социальная дезорганизация

4.2. Механизмы влияния климатических факторов на здоровье

А. Сердечно-сосудистые заболевания

Механизм 1: Терморегуляторная нагрузка

При повышении температуры окружающей среды организм активирует механизмы теплоотдачи:

- Расширение периферических сосудов (кровь перераспределяется к коже для охлаждения)
- Увеличение сердечного выброса и частоты сердечных сокращений
- Повышение потребности миокарда в кислороде

Для пациентов с ишемической болезнью сердца это может привести к:

- Усилению ишемии (несоответствие между потребностью миокарда в кислороде и его доставкой)
- Развитию инфаркта миокарда
- Нарушениям ритма сердца

Механизм 2: Гемоконцентрация

При интенсивном потоотделении происходит потеря жидкости, что приводит к:

- Гемоконцентрации (повышению вязкости крови)
- Повышению артериального давления
- Повышению риска тромбообразования

Механизм 3: Загрязнение воздуха (PM 2.5)

Мелкие частицы (PM 2.5) вызывают:

- Системное воспаление
- Окислительный стресс
- Повреждение эндотелия
- Повышение артериальной жесткости

Практический пример:

В ходе одного из исследований было установлено, что при повышении концентрации PM 2.5 на 10 мкг/м³ риск инфаркта миокарда возрастает на 2,5% в течение 24 часов. В зимний период в крупных городах уровень PM 2.5 может достигать 100-200 мкг/м³, что создает значительную дополнительную нагрузку на сердечно-сосудистую систему.

Б. Респираторные заболевания

Механизм 1: Повреждение эпителия дыхательных путей

Загрязнители воздуха (PM 2.5, озон, NO₂, SO₂) вызывают:

- Повреждение реснитчатого эпителия дыхательных путей
- Снижение мукоцилиарного клиренса
- Хроническое воспаление в дыхательных путях
- Гиперсекрецию слизи

Механизм 2: Иммуномодуляция

Загрязнение воздуха влияет на иммунную систему:

- Повышает чувствительность к аллергенам (усиление аллергического воспаления)
- Снижает способность макрофагов к фагоцитозу
- Увеличивает восприимчивость к респираторным инфекциям

Механизм 3: Аллергены и изменение климата

Повышение температуры и концентрации CO₂:

- Удлинит сезон цветения растений
- Увеличивает количество пыльцы
- Распространяет ареалы аллергенных растений

Практический пример:

В городах с высоким уровнем загрязнения воздуха сезон поллиноза начинается на 2-3 недели раньше и длится на 2-3 недели дольше. У пациентов с бронхиальной астмой количество обострений увеличивается в 2-3 раза в периоды пикового загрязнения воздуха и цветения аллергенов.

В. Инфекционные заболевания

Механизм 1: Изменение ареалов переносчиков

Повышение температуры:

- Расширяет ареалы комаров (переносчиков малярии, лихорадки денге, вируса Зика)
- Удлинляет сезон размножения переносчиков
- Ускоряет развитие возбудителя в организме переносчика

Механизм 2: Изменение водной среды

Повышение температуры воды способствует:

- Размножению холерного вибриона (*Vibrio cholerae*)
- Размножению других водных патогенов
- Загрязнению питьевой воды (наводнения, подтопления)

Механизм 3: Изменение поведения человека

В жаркую погоду:

- Люди больше времени проводят на открытом воздухе (риск укусов переносчиков)
- Люди контактируют с водой (риск водных инфекций)
- Снижается соблюдение гигиенических норм

Практический пример:

В странах Восточной Африки повышение температуры на 1°C приводит к расширению ареала комаров *Anopheles* на 50-100 км в высоту. Это означает, что малярия начинает встречаться в горных районах, где ее раньше не было, что создает новые эпидемиологические риски.

Г. Психические расстройства

Механизм 1: Экстремальные погодные явления

Переживание катастрофы приводит к:

- Острой стрессовой реакции
- Посттравматическому стрессовому расстройству (ПТСР)
- Тревожным расстройствам
- Депрессии

Механизм 2: Хроническое воздействие

Длительное воздействие климатических изменений может вызывать:

- Экологическую тревогу (хроническое беспокойство о будущем планеты)
- Экологическую грусть (чувство утраты из-за разрушения привычной среды)
- Снижение психологического благополучия

Механизм 3: Социальные факторы

Климатические изменения приводят к:

- Вынужденному перемещению населения
- Потере жилья и средств к существованию
- Социальной дезорганизации
- Потере социальных связей

Практический пример:

После разрушительных лесных пожаров в Австралии у 25% пострадавших развился ПТСР, у 20% — депрессия. Среди людей, потерявших жилье, уровень тревожных расстройств был в 3 раза выше, чем среди тех, кто не пострадал.

4.3. Факторы уязвимости

Уязвимость человека к климатически чувствительным заболеваниям определяется следующими факторами:

1. Физиологические факторы:

- Возраст (дети до 5 лет, пожилые люди старше 65 лет)
- Наличие хронических заболеваний (сердечно-сосудистые, респираторные, диабет)
- Беременность
- Иммунодефицитные состояния

2. Социальные факторы:

- Низкий социально-экономический статус
- Отсутствие доступа к медицинской помощи
- Плохое качество жилья
- Социальная изоляция

3. Поведенческие факторы:

- Курение
- Низкая физическая активность
- Отсутствие привычки к регулярным медицинским осмотрам

4. Территориальные факторы:

- Проживание в регионах с высоким уровнем загрязнения воздуха
- Проживание в регионах, подверженных климатическим рискам
- Отсутствие доступа к безопасной воде

4.4. Алгоритм климатически информированного профилактического консультирования

Шаг 1: Оценка уязвимости

- Собрать климатический анамнез (место проживания, условия труда, особенности жилья)

- Оценить наличие хронических заболеваний
- Определить социальные факторы риска

Шаг 2: Оценка экспозиции

- Оценить уровень загрязнения воздуха в месте проживания пациента
- Оценить подверженность экстремальным погодным явлениям
- Оценить доступность безопасной воды

Шаг 3: Информирование

- Объяснить связь между климатическими факторами и заболеванием
- Обсудить текущие и прогнозируемые климатические риски
- Предоставить конкретные рекомендации по снижению рисков

Шаг 4: Индивидуальный план действий

- Разработать план профилактических мер (индивидуальный для пациента)
- Определить «красные флаги» (симптомы, при которых нужно срочно обращаться за помощью)
- Предоставить письменные рекомендации (памятку)

Шаг 5: Мониторинг

- Договориться о регулярной оценке состояния
- Корректировать план при изменении климатических условий

4.5. Профилактические мероприятия для различных групп населения

Для пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями:

- В жаркую погоду: ограничение физической активности в дневные часы, регулярное питье (но не холодной воды), прием препаратов под контролем врача
- При загрязнении воздуха: ограничение пребывания на улице, использование маски/респиратора (N95), использование очистителей воздуха дома
- Контроль артериального давления (жара может его снижать, необходимо корректировать дозы препаратов)

Для пациентов с респираторными заболеваниями:

- Мониторинг качества воздуха с помощью приложений
- При высоком уровне РМ 2.5 (>50 мкг/м³): ограничение выхода на улицу, закрыть окна, использовать очиститель воздуха
- Наличие плана действий при обострении (усиление терапии, когда начать, когда обращаться за помощью)

Для населения в целом:

- В жаркую погоду: пить не менее 2-3 литров жидкости в сутки, носить легкую светлую одежду, избегать перегрева
- При загрязнении воздуха: использовать общественный транспорт вместо личного, носить маски, использовать очистители воздуха
- Вакцинация против респираторных инфекций (грипп, пневмококк)
- Регулярная физическая активность (умеренная, в прохладное время суток)

5. КЛИНИЧЕСКИЕ КЕЙСЫ ДЛЯ РАБОТЫ В МАЛЫХ ГРУППАХ

Кейс №1 (Группа А): Сердечно-сосудистые заболевания

Ситуация:

Пациент А., 68 лет. Страдает ишемической болезнью сердца, гипертонической болезнью II степени. В течение последних 3 лет пережил 2 инфаркта миокарда. Проживает в городе в 5-этажном доме с плохой теплоизоляцией (в квартире холодно зимой, жарко летом). Живет один, социально изолирован. В течение последней недели в регионе наблюдается аномальная жара +42°C. Пациент обратился в поликлинику с жалобами на одышку, сердцебиение, головокружение и чувство тревоги.

Вопросы для обсуждения:

1. Какие климатические факторы могут быть значимыми для этого пациента? (жара, возможно загрязнение воздуха)
2. Как жара влияет на сердечно-сосудистую систему у пожилых пациентов с ИБС?
3. Какие дополнительные факторы риска есть у этого пациента? (возраст, социальная изоляция, плохое жилье)
4. Какие клинические проявления требуют немедленного вмешательства?
5. Каков ваш план профилактического консультирования? (что пациент должен делать в жару? как корректировать прием препаратов? когда обращаться за помощью?)
6. Какие долгосрочные рекомендации вы дадите пациенту? (изменение жилья, социальная поддержка, регулярный мониторинг)

Кейс №2 (Группа Б): Респираторные заболевания

Ситуация:

Пациентка Б., 28 лет. С 5 лет страдает бронхиальной астмой (атопическая форма, средней тяжести). Принимает ингаляционные глюкокортикостероиды и короткодействующие бронхолитики по потребности. В последние 2 года отмечает, что обострения случаются все чаще, особенно весной и в дождливую погоду. За 2023 год было 5 обострений, из которых 2 потребовали госпитализации. Работает менеджером в офисе с системой центрального кондиционирования. Проживает вблизи оживленной транспортной магистрали. В районе проживания в весенний период цветут березы, тополя.

Вопросы для обсуждения:

1. Какие климатические факторы могут влиять на течение астмы у этой пациентки? (загрязнение воздуха, аллергены, температура, влажность)
2. Как загрязнение воздуха (PM 2.5, NO₂, озон) влияет на течение астмы?
3. Почему обострения случаются чаще весной и в дождливую погоду? (сочетание аллергенов с плесневыми грибами)
4. Что можно посоветовать пациентке для улучшения состояния в быту? (очистители воздуха, контроль влажности, смена жилья или изменение режима)
5. Каковы рекомендации пациентке в периоды высокого загрязнения воздуха? (ношение маски, ограничение выхода на улицу, усиление терапии)
6. Разработайте письменный «план действий» для пациентки при обострении астмы (когда усиливать терапию, когда вызывать скорую).

Кейс №3 (Группа В): Инфекционные заболевания

Ситуация:

В регионе наблюдаются аномально высокие температуры в течение 3 недель (>+38°C). Влажность воздуха высокая. Около 20% жителей села не имеют доступа к централизованному водоснабжению, используют воду из открытых водоемов. В последние 5 дней зарегистрировано 7 случаев острых кишечных инфекций (среди них 3 ребенка до 5 лет и 2 пожилых человека). Лабораторно подтвержден сальмонеллез у 2 пациентов, кампилобактериоз у 1. Местный фельдшер отмечает, что в последнее время летом такие случаи участились, и озабочен возможной вспышкой холеры.

Вопросы для обсуждения:

1. Какие климатические факторы способствуют возникновению кишечных инфекций? (высокая температура, высокая влажность, загрязнение воды)
2. Какова связь между аномальной жарой и размножением патогенов в водной среде?
3. Какие патогены особенно опасны в условиях жары и загрязнения воды? (*Vibrio cholerae*, *Salmonella*, *Campylobacter*)
4. Почему особенно уязвимы дети и пожилые люди? (незрелость иммунной системы, хронические заболевания, обезвоживание)
5. Какие профилактические меры следует предложить населению? (кипячение воды, гигиена рук, безопасное хранение продуктов)
6. Что должен сделать врач (или фельдшер) для предотвращения возможной вспышки? (усиленный мониторинг, санитарно-просветительная работа, обращение в эпидемиологическую службу)

Кейс №4 (Дополнительный кейс на выбор): Психические расстройства

Ситуация:

В городе произошло сильное наводнение. Вода поднялась до 2 метров. Пострадало 50% жилого фонда. Семья В. (мать 42 года, отец 45 лет, дочь 14 лет, сын 8 лет) потеряла свой дом и все имущество. В течение 2 недель семья живет во временном пункте размещения. Мать стала плаксивой, не может спать, у нее учащенное сердцебиение, она не может разговаривать о случившемся без слез. Сын стал капризным, просыпается по ночам с криком, говорит о «большой воде», боится дождя. Дочь стала замкнутой, перестала общаться с подругами, жалуется на головные боли, говорит, что боится, что такое может повториться.

Вопросы для обсуждения:

1. Какие психологические реакции, описанные в кейсе, являются острыми стрессовыми реакциями, а какие могут перейти в ПТСР?
2. Какова связь между экстремальными климатическими событиями и психическими расстройствами?
3. Какие психологические симптомы у матери могут указывать на развитие ПТСР? (флешбэки, избегание, гипервозбуждение)
4. Как отличить нормальную реакцию на стресс у ребенка от патологической? (длительность, тяжесть, влияние на функционирование)
5. Какую психологическую помощь можно оказать на первом этапе (в пункте временного размещения)? (активное слушание, нормализация реакции, практическая поддержка)
6. Когда следует направлять семью к психиатру? (если симптомы сохраняются более 1 месяца, нарастают, нарушают повседневное функционирование)

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ (ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ)

Базовый уровень:

1. Что такое климатически чувствительные заболевания? Приведите примеры.
2. Перечислите основные группы климатически чувствительных заболеваний.
3. Как экстремальная жара влияет на сердечно-сосудистую систему?
4. Какие загрязнители воздуха наиболее значимы для респираторных заболеваний?
5. Какие группы населения наиболее уязвимы к климатически чувствительным заболеваниям?

Продвинутый уровень:

1. Опишите механизм развития теплового удара. Какие изменения происходят в сердечно-сосудистой системе при перегреве?
2. Объясните, почему загрязнение воздуха повышает риск развития респираторных инфекций.
3. Каковы механизмы влияния климатических изменений на распространение трансмиссивных инфекций?

4. Что такое экологическая тревога и как она проявляется?
5. Разработайте алгоритм консультирования пациента с бронхиальной астмой в период высокого загрязнения воздуха.
6. Какие меры адаптации системы здравоохранения к климатическим изменениям вы можете предложить?

7. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Критерий	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно
Знание теоретического материала	Демонстрирует глубокое понимание механизмов, использует терминологию	Хорошо знает механизмы, но не всегда применяет терминологию	Знает основные понятия, но затрудняется в деталях
Анализ клинического кейса	Полно и системно анализирует кейс, выявляет все климатические факторы	Анализирует кейс, выявляет большинство факторов	Анализирует кейс поверхностно, упускает важные факторы
Профилактическое консультирование	Дает конкретные, персонализированные рекомендации с учетом всех факторов риска	Дает правильные, но общие рекомендации	Дает неполные или неточные рекомендации
Работа в группе	Активно участвует, вносит ценные предложения, помогает группе	Участвует, но не всегда инициативен	Пассивен или доминирует, не учитывает мнение группы
Презентация решения	Четко, логично и убедительно презентует решение	Презентует решение, но с некоторыми неточностями	Затрудняется в презентации, теряет логику

8. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Haines A, Ebi K. The imperative for climate action to protect health. *N Engl J Med*. 2019;380(3):263-273. doi:10.1056/NEJMr1807873
2. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Geneva: IPCC; 2023.

Дополнительная литература:

3. World Health Organization. *Climate Change and Health: Key Facts*. Geneva: WHO; 2023. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>
4. Peng Bi, Tiantian Li, Yonghong Li, et al. Climate change and health adaptation: tailored interventions are needed. *Biomed Environ Sci*. 2025;38(11):1351-1353. doi:10.3967/bes2025.114

5. World Health Organization. *Lancet Countdown report calls for climate-driven health action*. Published November 15, 2023. Accessed August 12, 2026. <https://www.who.int/news/item/15-11-2023-lancet-countdown-report-calls-for-climate-driven-health-action>
6. National Academy of Medicine. *A Research Agenda for Climate Change and Human Health*. Washington, DC: NAM; 2025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK614580/>
7. Patz JA, Campbell-Lendrum D, Holloway T, Foley JA. Impact of regional climate change on human health. *Nature*. 2005;438(7066):310-317.
8. McMichael AJ. *Climate Change and the Health of Nations: Famines, Fevers, and the Fate of Populations*. Oxford: Oxford University Press; 2017.

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 гематоэнцефалического барьера (ультратонкие частицы)	Когнитивные нарушения, деменция, болезнь 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 NO₂ не более 10 мкг/м³. В крупных городах концентрация NO₂ может достигать 50-100 мкг/м³.

4.1.3. Приземный озон (O₃)

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:

- NO₂ + солнечный свет → NO + O (атомарный кислород)
- O + O₂ → O₃ (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
SO ₂	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/м ³	30 мкг/м ³
NO₂	24 часа	25 мкг/м ³	40 мкг/м ³
	Год	10 мкг/м ³	20 мкг/м ³
O₃	Пик сезона (8 часов)	100 мкг/м ³	120 мкг/м ³
SO₂	24 часа	40 мкг/м ³	50 мкг/м ³
CO	24 часа	4 мг/м ³	5 мг/м ³

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	PM _{2.5} (мкг/м³)	PM ₁₀ (мкг/м³)	NO ₂ (мкг/м³)	O ₃ (мкг/м³)	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 мкг/м³
- PM₁₀: < 45 мкг/м³
- NO₂: < 25 мкг/м³
- O₃: < 100 мкг/м³ (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 мкг/м³).
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 РМ 2.5 и РМ 10? В чем разница между ними и почему РМ 2.5 более опасен?
2. Каковы основные источники РМ 2.5 в Кыргызстане?
3. Какой механизм действия РМ 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 РМ 2.5 с повышением риска инфаркта миокарда.
2. Как вы оцениваете риск для пациента с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) при РМ 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.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

Тема: Экстремальные погодные явления (жара, наводнения, засуха): стратегии адаптации медицинских организаций и населения

Продолжительность: 90 минут

Форма проведения: Разбор сценариев, разработка чек-листов

1. ЦЕЛИ ЗАНЯТИЯ

Цель:

Сформировать у студентов практические навыки разработки и внедрения адаптационных стратегий для медицинских организаций и населения в условиях экстремальных погодных явлений, связанных с изменением климата.

Задачи:

1. Изучить основные типы экстремальных погодных явлений (волны жары, наводнения, засухи) и их медицинские последствия.
2. Освоить методы оценки уязвимости медицинских организаций к экстремальным погодным явлениям.
3. Научиться разрабатывать планы адаптации медицинских организаций к различным типам экстремальных явлений.
4. Сформировать навыки разработки профилактических чек-листов и алгоритмов для населения и медицинского персонала.
5. Развить навыки междисциплинарного планирования и командной работы в кризисных ситуациях.

2. СТУДЕНТ ДОЛЖЕН

Знать:

- Классификацию экстремальных погодных явлений, характерных для Центрально-Азиатского региона.
- Медицинские последствия волн жары, наводнений и засух.
- Основные принципы адаптации систем здравоохранения к экстремальным погодным явлениям.
- Этапы разработки плана действий медицинской организации в чрезвычайных ситуациях.
- Рекомендации ВОЗ и других международных организаций по адаптации здравоохранения к климатическим изменениям.

Уметь:

- Оценивать уязвимость медицинской организации к экстремальным погодным явлениям.
- Разрабатывать планы адаптации для различных типов экстремальных явлений.
- Создавать чек-листы для медицинского персонала и населения.
- Разрабатывать алгоритмы оказания медицинской помощи в условиях экстремальных явлений.
- Консультировать население по вопросам поведения во время экстремальных погодных явлений.

Владеть:

- Навыками оценки рисков и уязвимости медицинских организаций.
- Методами разработки адаптационных стратегий и планов действий.
- Навыками разработки профилактических материалов для населения.
- Навыками междисциплинарной работы в группах по планированию адаптационных мер.

3. СТРУКТУРА ЗАНЯТИЯ (90 минут)

Этап	Продолжительность	Содержание
1. Организационный момент	5 мин	Приветствие, проверка присутствия, озвучивание темы, целей и плана занятия
2. Вводная часть (актуализация знаний)	10 мин	Краткий опрос по материалу предыдущих занятий. Обсуждение: "Какие экстремальные явления вы наблюдали в своем регионе за последние 5 лет?"
3. Блок информации для студентов	20 мин	Мини-лекция по типам экстремальных явлений, их медицинским последствиям и мерам адаптации
4. Разбор сценариев (работа в группах)	35 мин	Студенты делятся на 4 группы. Каждая группа получает сценарий экстремального явления и разрабатывает план адаптации
5. Презентация решений групп	15 мин	Каждая группа представляет свой план адаптации (по 7 минут на группу)

Этап	Продолжительность	Содержание
6. Обсуждение и обратная связь	3 мин	Преподаватель резюмирует решения, акцентирует внимание на ключевые моменты, отвечает на вопросы
7. Заключительная часть	2 мин	Подведение итогов, контрольные вопросы, задание

4. БЛОК ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

4.1. Экстремальные погодные явления: определение и классификация

Экстремальные погодные явления (Extreme Weather Events) — это необычные, часто катастрофические погодные явления, которые значительно отличаются от средних климатических условий и могут причинять серьезный ущерб здоровью населения, инфраструктуре и экономике.

В Центрально-Азиатском регионе, включая Кыргызстан, наиболее актуальными являются:

Тип явления	Характеристика	Медицинские последствия
Волны жары (Heatwaves)	Длительные периоды аномально высокой температуры ($>+35^{\circ}\text{C}$)	Тепловые удары, обострение сердечно-сосудистых заболеваний, обезвоживание, ухудшение психического состояния
Наводнения (Floods)	Затопление территорий из-за обильных осадков, таяния снегов, прорыва дамб	Утопления, травмы, гипотермия, инфекционные заболевания, нарушения доступа к медицинской помощи
Засухи (Droughts)	Длительные периоды недостатка осадков, дефицит воды	Недостаток питьевой воды, ухудшение санитарных условий, пищевые отравления, распространение инфекций
Селевые потоки	Грязевые и грязекаменные потоки в горных районах	Травмы, утопления, изолированность пострадавших от медицинской помощи
Лавины	Сход снежных масс в горах	Травмы, гипотермия, асфиксия (сдавление снегом)
Землетрясения	Подземные толчки разной интенсивности	Массовый травматизм, синдром длительного сдавления, разрушение инфраструктуры

4.2. Волны жары (Heatwaves)

4.2.1. Определение и актуальность

Волна жары — это период аномально высокой температуры, превышающей среднюю для данного региона и времени года на 5°C и более, который длится несколько дней и более.

Актуальность для Кыргызстана:

- В летние месяцы (июнь-август) температура в Бишкеке и других городах Кыргызстана может достигать +38...+42°C
- В последние годы волны жары становятся более частыми, интенсивными и продолжительными
- По прогнозам климатологов, к 2050 году количество дней с температурой >+35°C в Центральной Азии увеличится в 2-3 раза

4.2.2. Медицинские последствия волн жары

Прямые последствия:

Состояние	Симптомы	Лечение
Тепловые судороги	Болезненные мышечные спазмы (из-за потери электролитов), особенно в ногах и животе	Обильное питье (солевые растворы), отдых в прохладном месте
Тепловое истощение	Сильная жажда, слабость, головокружение, тошнота, обильное потоотделение, бледность кожи, тахикардия, головная боль, иногда потеря сознания	Охлаждение, инфузионная терапия, электролитные растворы, состояние требует контроля (может перейти в тепловой удар)
Тепловой удар	Температура тела >40°C, покраснение и сухость кожи (потоотделение часто отсутствует), спутанность сознания, судороги, кома. Угрожающее жизни состояние!	Немедленное охлаждение (холодная вода, лед, вентиляция), инфузионная терапия, кислород, мониторинг жизненных функций. Неотложная госпитализация!

Косвенные последствия:

- **Обострение сердечно-сосудистых заболеваний:** ишемическая болезнь сердца, гипертония, сердечная недостаточность, аритмии
- **Обострение респираторных заболеваний:** астма, ХОБЛ (из-за загрязнения воздуха, который усиливается в жару)
- **Ухудшение течения диабета:** обезвоживание и изменение метаболизма
- **Почечная недостаточность:** из-за обезвоживания
- **Психические расстройства:** обострение депрессии, тревоги, нарушения сна
- **Увеличение травматизма:** из-за головокружений, потери сознания, падений

4.2.3. Уязвимые группы при волнах жары

Группа	Причины уязвимости
Пожилые люди (>65 лет)	Сниженная способность к терморегуляции, хронические заболевания, прием лекарств (диуретики, антигипертензивные), социальная изоляция
Дети до 5 лет	Незрелость системы терморегуляции, меньшая площадь поверхности тела, зависимость от взрослых
Беременные женщины	Физиологические изменения, высокая нагрузка на сердечно-

	сосудистую систему, повышенная чувствительность
Пациенты с хроническими заболеваниями	Сердечно-сосудистые, респираторные, диабет, ожирение
Люди, принимающие определенные лекарства	Диуретики, антигипертензивные, антипсихотики (снижают способность к терморегуляции), антихолинергические средства
Социально изолированные люди	Отсутствие социальной поддержки, не могут получить помощь, когда нуждаются
Люди с низким доходом	Плохое качество жилья, нет кондиционеров или вентиляторов, плохое питание
Работники на открытом воздухе	Строители, сельхозработники, дорожные рабочие — длительное пребывание на солнце

Исторический пример: Волна жары в Европе 2003 года

- Длилась около 2 недель (август)
- Температура достигала +40...+42°C
- Погибло более **70 000 человек** (наибольшее количество во Франции — около 15 000)
- Большинство смертей — среди пожилых людей
- Основные причины смерти: обострение сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний
- Уроки: впоследствии во многих странах разработаны «Планы действий при жаре»

4.2.4. План адаптации медицинской организации к волнам жары

Этап 1: Подготовка (до жары)

- Оценить уязвимость учреждения (системы охлаждения, запасы воды, наличие вентиляторов)
- Разработать план действий с алгоритмами для персонала
- Обучить персонал распознаванию теплового удара и алгоритмам действий
- Определить пациентов из группы риска (хронические заболевания, пожилые)
- Обеспечить запас лекарств и расходных материалов (электролитные растворы, жаропонижающие, увлажняющие кремы)

Этап 2: Во время жары

- **Мониторинг:** отслеживать температуру в помещениях, состояние пациентов из группы риска
- **Охлаждение:** обеспечить кондиционирование или вентиляцию в палатах и приемных отделениях
- **Гидратация:** обеспечить доступ к питьевой воде для пациентов и персонала

- **Информирование:** регулярно информировать пациентов и персонал о правилах поведения в жару
- **Корректировка лекарств:** скорректировать дозы диуретиков и антигипертензивных препаратов у пациентов в стационаре

Этап 3: После жары

- Оценить эффективность мер
- Проанализировать случаи тепловых поражений и обострений хронических заболеваний
- Внести коррективы в план действий на будущее

4.2.5. Чек-лист для населения в период жары

До жары:

- ☐ Узнать прогноз погоды на неделю
- ☐ Подготовить вентиляторы или кондиционеры
- ☐ Закупить продукты, не требующие холодильника
- ☐ Проверить запас лекарств
- ☐ Договориться с соседями или родственниками о поддержке

Во время жары:

- ☐ Пить не менее 2-3 литров жидкости в сутки (вода, чай, соки, компоты), избегать алкоголя и кофеина
- ☐ Избегать активности в самые жаркие часы (12:00-16:00)
- ☐ Носить легкую, светлую, дышащую одежду и головной убор
- ☐ Охлаждать квартиру: закрывать окна и шторы днем, открывать на ночь
- ☐ Принимать прохладный душ 2-3 раза в день
- ☐ Снизить физическую нагрузку (спорт, работа в саду — только в прохладное время суток)
- ☐ Следить за состоянием (головокружение, тошнота, слабость)
- ☐ Особое внимание пожилым людям, детям, беременным
- ☐ Контролировать артериальное давление (жара может снижать его, нужна коррекция лекарств)
- ☐ Не оставлять детей и животных в закрытых машинах

«Красные флаги» (когда срочно вызывать скорую помощь):

- Температура тела $>40^{\circ}\text{C}$
- Отсутствие потоотделения при горячей коже

- Спутанность сознания, потеря сознания
- Тяжелые головные боли, тошнота, рвота
- Судороги

4.3. Наводнения (Floods)

4.3.1. Определение и актуальность

Наводнение — это значительное затопление местности водой в результате подъема уровня воды в реке, озере или море, из-за обильных дождей, таяния снегов или прорыва дамб.

Актуальность для Кыргызстана:

- В горных районах весенне-летние паводки из-за таяния ледников и снегов
- Интенсивные ливни в летний период в предгорных и равнинных районах
- Возможный прорыв высокогорных озер (озеро Сары-Челек и др.)
- Природные сели, вызванные ливнями в горах
- В 2024 году наводнения были зафиксированы в ряде регионов страны

4.3.2. Медицинские последствия наводнений

Последствие	Механизм	Примеры
Утопления	Прямое попадание в воду, невозможность выбраться из-за сильного течения или физического истощения	Основная причина смертности при наводнениях
Травмы	Удары о предметы, обрушения конструкций, порезы, переломы	При эвакуации, при поиске убежища
Гипотермия	Длительное пребывание в холодной воде или мокрой одежде	Особенно опасно для детей и пожилых людей
Электрические травмы	Контакт с оборванными проводами в воде	Часто после ураганов, сопровождающих наводнения
Инфекционные заболевания	Загрязнение питьевой воды фекалиями, химикатами, возбудителями	Кишечные инфекции (холера, сальмонеллез), гепатит А, лептоспироз, раневые инфекции
Нарушения доступа к медицинской помощи	Разрушение дорог, мостов, больниц, перебои с электричеством и связью	Проблемы с эвакуацией, нехватка лекарств и оборудования
Психологические последствия	Посттравматический стресс, тревога, депрессия	Потеря жилья, имущества, близких

Особенности инфекционных заболеваний после наводнений:

Инфекция	Возбудитель	Источник	Клинические проявления
Холера	Vibrio cholerae	Загрязненная вода	Обильный водянистый стул («рисовый отвар»), рвота,

			обезвоживание, риск смерти при отсутствии лечения
Сальмонеллез	Salmonella	Загрязненная вода, продукты	Повышение температуры, боль в животе, диарея, рвота
Гепатит А	Вирус гепатита А	Загрязненная вода, продукты	Желтуха, повышение температуры, тошнота, боль в животе
Лептоспироз	Leptospira interrogans	Контакт с водой, загрязненной мочой животных	Высокая температура, головная боль, боль в мышцах, желтуха, почечная недостаточность
Столбняк	Clostridium tetani	Ранение загрязненными предметами	Спазмы мышц, тризм (судороги жевательных мышц), опистотонус
Раневые инфекции	Различные бактерии	Загрязненные раны	Гнойные воспаления, сепсис, некроз тканей

4.3.3. Уязвимые группы при наводнениях

Группа	Причины уязвимости
Дети	Меньший рост (труднее стоять в воде, быстрее устают), не умеют плавать, менее способны самостоятельно эвакуироваться
Пожилые люди	Ограниченная подвижность, хронические заболевания, необходимость в непрерывном приеме лекарств
Люди с инвалидностью	Не могут эвакуироваться самостоятельно, зависимы от других
Пациенты с хроническими заболеваниями	Нуждаются в непрерывной терапии, которая может быть прервана из-за разрушения инфраструктуры
Беременные женщины	Ограниченная подвижность, высокий риск осложнений при стрессе и обезвоживании
Социально изолированные люди	Отсутствие социальной поддержки, могут остаться незамеченными при эвакуации

4.3.4. План адаптации медицинской организации к наводнениям

Этап 1: Подготовка (до наводнения)

1. Оценка риска:

- Определить вероятность наводнения в районе расположения организации
- Оценить, какие здания и коммуникации наиболее уязвимы
- Определить, какие отделения должны быть эвакуированы в первую очередь

2. Планирование эвакуации:

- Разработать маршруты эвакуации и места сбора
- Определить приоритеты эвакуации (реанимация, новорожденные, тяжелые пациенты)

- Заключить соглашения с другими медицинскими организациями о приеме пациентов

3. Материально-техническое обеспечение:

- Обеспечить запас питьевой воды (из расчета 2-3 литра на человека в сутки на 3-5 дней)
- Обеспечить запас медикаментов, перевязочных материалов, антибиотиков
- Иметь портативные генераторы (для обеспечения электропитания)
- Подготовить спасательные средства (лодки, спасательные жилеты)

4. Обучение персонала:

- Провести тренировки по эвакуации
- Обучить персонал действиям при наводнении
- Обучить персонал использованию аварийного оборудования

Этап 2: Во время наводнения

1. Мониторинг ситуации:

- Отслеживать уровень воды и прогнозы
- Координироваться с местными властями и службой спасения

2. Эвакуация:

- Проводить эвакуацию в соответствии с планом
- Эвакуировать в первую очередь наиболее тяжелых пациентов
- Эвакуировать в безопасные зоны (верхние этажи, если здание выше уровня воды)
- Обеспечить транспорт для эвакуации

3. Обеспечение медицинской помощи:

- Оказание неотложной помощи при травмах, утоплениях, гипотермии
- Проведение первичной сортировки пострадавших (триаж)
- Профилактика инфекций (антибиотики, обработка ран, вакцинация против столбняка)
- Обеспечение психологической поддержки (активное слушание, нормализация реакции)

Этап 3: После наводнения

1. Восстановление:

- Оценка состояния зданий и оборудования
- Восстановление коммуникаций (электричество, водоснабжение)
- Восстановление запасов медикаментов

2. Мониторинг:

- Мониторинг вспышек инфекционных заболеваний (особенно кишечных инфекций)
- Мониторинг пострадавших с отсроченными последствиями (пневмония после аспирации, раневые инфекции, психологические расстройства)

3. Уроки и корректировка:

- Анализ эффективности мер
- Корректировка плана действий на будущее

4.3.5. Чек-лист для населения при наводнении

До наводнения:

- ☐ Знать, подвержен ли ваш район наводнениям
- ☐ Узнать маршруты эвакуации и места сбора
- ☐ Приготовить «тревожный чемоданчик»: документы, медикаменты, вода, еда, фонарик, теплое одеяло, зарядное устройство для телефона
- ☐ Отключить газ, электричество, воду (если есть инструкция)
- ☐ Закрыть окна и двери
- ☐ Поднять ценные вещи и документы на верхние этажи

Во время наводнения:

- ☐ Немедленно эвакуироваться по указанию властей
- ☐ Не заходить в воду, если не уверены в безопасности (обрывы проводов, ямы, быстрое течение)
- ☐ Если вода застала в помещении, подняться на верхние этажи или на крышу
- ☐ Не использовать автомобиль для эвакуации (риск застрять в воде)
- ☐ Не пытаться переплыть сильное течение
- ☐ Избегать контакта с водой, если есть раны (носить перчатки, сапоги)
- ☐ Помогать детям, пожилым людям, людям с инвалидностью
- ☐ Держать телефон заряженным для связи

После наводнения:

- ☐ Не использовать воду из затопленных источников до объявления безопасности
- ☐ Промывать раны большим количеством воды с мылом
- ☐ Проверить вакцинацию против столбняка (если есть раны)

- ☐ Обращаться к врачу при первых признаках кишечной инфекции (диарея, повышение температуры, тошнота, рвота)
- ☐ В период восстановления следить за психическим состоянием (стресс, тревога)
- ☐ Не забывать о психологической поддержке близких

4.4. Засухи (Droughts)

4.4.1. Определение и актуальность

Засуха — это длительный период недостатка осадков (месяцы или годы), приводящий к дефициту влаги в почве и снижению уровня грунтовых вод, что сказывается на сельском хозяйстве, водоснабжении и здоровье населения.

Актуальность для Кыргызстана:

- В Центральной Азии засухи становятся все более частыми и длительными
- Снижение уровня воды в реках (особенно в летние месяцы)
- Угроза водоснабжению населения и сельского хозяйства
- Конфликты из-за водных ресурсов между странами региона

4.4.2. Медицинские последствия засух

Последствие	Механизм	Клинические проявления
Нехватка питьевой воды	Дефицит воды для питья, гигиены, приготовления пищи	Обезвоживание, кишечные инфекции (из-за использования загрязненной воды), кожные болезни
Снижение продовольственной безопасности	Урожаи снижаются, цены растут, люди вынуждены есть некачественную или небезопасную пищу	Недоедание (дефицит калорий, белков, витаминов), пищевые отравления
Пылевые бури	Дефицит влаги приводит к высыханию почвы, ветры поднимают пыль в воздух	Респираторные заболевания (астма, аллергии), раздражение глаз и кожи
Жара	Засуха часто сопровождается волнами жары	Тепловые удары, обострение сердечно-сосудистых заболеваний, обезвоживание, ухудшение психического состояния
Нарушение работы медицинских организаций	Дефицит воды для больниц (стирка, стерилизация, гигиена)	Увеличение внутрибольничных инфекций, ухудшение санитарных условий
Психические расстройства	Стресс из-за потери урожая, средств к существованию, социальная дезорганизация	Тревожные расстройства, депрессия, экологическая тревога

4.4.3. План адаптации медицинской организации к засухам

Этап 1: Подготовка (до засухи)

1. Водоснабжение:

- Оценить зависимость организации от внешнего водоснабжения
- Создать запасы питьевой и технической воды на 3-7 дней
- Внедрить водосберегающие технологии (аэраторы на кранах, системы рециркуляции воды)

2. Питание и лекарства:

- Создать запасы продуктов и медикаментов на 3-6 месяцев
- Сделать акцент на продуктах с длительным сроком хранения

3. Обучение персонала:

- Обучить персонал мерам водосбережения
- Обучить персонал алгоритмам действий при дефиците воды

Этап 2: Во время засухи

1. Экономия воды:

- Внедрить строгий режим водопотребления
- Приоритет отдать критическим нуждам (питье, гигиена пациентов, стерилизация инструментов)
- Минимизировать использование воды для мытья полов, полива

2. Мониторинг здоровья:

- Отслеживать случаи обезвоживания, кишечных инфекций, кожных заболеваний
- Оценивать состояние пациентов из групп риска (пожилые, дети, хронические больные)

3. Информирование населения:

- Рассказать пациентам о мерах водосбережения
- Разъяснить важность гигиены в условиях дефицита воды

Этап 3: После засухи

1. Восстановление:

- Восстановить водоснабжение
- Оценить ущерб для организации и пациентов

2. Мониторинг:

- Мониторинг отсроченных последствий (недоедание, инфекции, психические расстройства)

3. Уроки и корректировка:

- Анализ эффективности мер

- Корректировка плана действий на будущее

5. СЦЕНАРИИ ДЛЯ РАБОТЫ В ГРУППАХ

Сценарий №1 (Группа А): Волна жары в городе

Ситуация:

В городе с населением 500 000 человек, установилась аномальная жара с температурой +39...+42°C, которая длится уже 7 дней. Прогноз синоптиков — до конца недели температура будет держаться на уровне +40°C без снижения. В городскую больницу скорой помощи за последние 2 дня поступило:

- 28 пациентов с тепловыми ударами (из них 6 — дети до 5 лет, 10 — пожилые люди старше 70 лет)
- 45 пациентов с тепловым истощением
- 23 пациента с обострением сердечно-сосудистых заболеваний
- 12 пациентов с обострением бронхиальной астмы и ХОБЛ

В больнице есть кондиционеры только в реанимации и операционной. В отделениях — вентиляторы. Часть пациентов отказывается от госпитализации, уходят домой (не могут найти транспорт). Отмечается дефицит питьевой воды (магазины разбирают воду). Стационар на 400 коек переполнен.

Задания для группы:

- 1. Оцените ситуацию:** Каковы наиболее критичные проблемы? (Переполненность, нехватка оборудования, угроза для жизни пациентов)
- 2. Разработайте план действий для больницы:**
 - Организация триажа (как сортировать пациентов?)
 - Организация охлаждения (как охлаждать пациентов и помещения при нехватке кондиционеров?)
 - Организация гидратации (как обеспечить питьевой водой пациентов и персонал?)
 - Организация эвакуации пациентов (куда направлять пациентов, если нет мест?)
 - Корректировка лечения для пациентов с хроническими заболеваниями (какие препараты корректировать?)
- 3. Разработайте план информирования населения:**
 - Какую информацию нужно донести до населения?
 - Через какие каналы?
- 4. Разработайте чек-лист для персонала по выявлению пациентов с тепловым ударом и алгоритмам действий.**

Сценарий №2 (Группа Б): Наводнение в горном районе

Ситуация:

В горном районе (население 30 000 человек) после нескольких дней интенсивных дождей произошел паводок. Река вышла из берегов. Затоплено 30% жилого фонда, включая 1-й этаж районной больницы на 150 коек. Электричество, вода и связь отсутствуют уже 2 дня. Часть дорог разрушена. В районную больницу за 12 часов поступило:

- 8 пострадавших с утоплением (в тяжелом состоянии)
- 25 пострадавших с травмами (переломы, порезы, ушибы)
- 5 пациентов с гипотермией (в основном пожилые люди)
- 15 пациентов с обострением хронических заболеваний (сердце, диабет)
- У 10 пациентов из стационара, эвакуированных с 1-го этажа, прервано лечение (диализ, инфузии)

В больнице нет резервных генераторов (топливо закончилось). Связи с областным центром нет. Запаса воды на 1 день, лекарств — на 2 дня. Персонал работает в две смены, но многие сотрудники не могут добраться до больницы из-за затопленных дорог.

Задания для группы:

1. **Оцените ситуацию:** Каковы наиболее критичные проблемы? (Нарушение работы больницы, нехватка ресурсов, изоляция от внешней помощи)
2. **Разработайте план адаптации больницы:**
 - Организация эвакуации пациентов на верхние этажи или в соседние безопасные здания
 - Организация триажа поступивших пострадавших
 - Организация работы в условиях отсутствия электричества и воды (как стерилизовать инструменты? как проводить операции?)
 - Организация связи с областным центром (какие каналы использовать?)
 - Организация водоснабжения (как обеспечить питьевой водой?)
3. **Разработайте алгоритм оказания неотложной помощи при утоплении и гипотермии.**
4. **Разработайте меры профилактики инфекций:** какие инфекции наиболее вероятны и как их предотвратить в данных условиях?
5. **Разработайте чек-лист для населения по действиям при наводнении и после него.**

Сценарий №3 (Группа В): Засуха в сельском районе

Ситуация:

В сельском районе (население 80 000 человек, из них 60% — сельхозработники) второй год подряд наблюдается сильная засуха. Урожай погиб на 70% площадей. Вода в реках снизилась на 50%, в некоторых селах водоснабжение осуществляется по графику (2 часа в день). Местная больница на 200 коек работает, но испытывает дефицит воды (нечем мыть полы, стирать белье, проводить стерилизацию). Растет число пациентов с обезвоживанием, кишечными инфекциями, кожными болезнями. Отмечается рост числа недоедающих (особенно детей до 5 лет), тревожных расстройств среди взрослых.

Задания для группы:

1. **Оцените ситуацию:** Каковы наиболее критичные проблемы? (Дефицит воды, рост заболеваемости, недоедание)
2. **Разработайте план адаптации больницы к засухе:**
 - Организация водоснабжения (как обеспечить питьевую воду для пациентов и персонала?)
 - Организация гигиены (как мыть пациентов, стирать белье, стерилизовать инструменты при дефиците воды?)
 - Организация питания пациентов (как обеспечить полноценное питание при нехватке продуктов?)
 - Меры по профилактике кишечных инфекций и кожных болезней
3. **Разработайте план мониторинга:**
 - Какие показатели нужно отслеживать в период засухи?
 - Какие группы населения наиболее уязвимы и как за ними наблюдать?
4. **Разработайте памятку для населения** по поведению в период засухи (водосбережение, питание, гигиена).
5. **Разработайте предложения для областных властей:** какие меры на уровне района могут снизить последствия засухи?

Сценарий №4 (Группа Г): Комбинированное явление — жара и загрязнение воздуха

Ситуация:

В городе (население 800 000 человек) установилась аномальная жара +38...+40°C, которая длится 10 дней. Одновременно, из-за безветренной погоды и устойчивого антициклона, уровень загрязнения воздуха (РМ 2.5) достиг 150-200 мкг/м³. В больницах города:

- Резкий рост числа госпитализаций с обострением бронхиальной астмы и ХОБЛ (в 2-3 раза выше обычного)
- Рост числа инфарктов и инсультов (на 15-20%)
- Рост числа обращений в скорую помощь по поводу одышки, кашля, болей в груди
- Значительная нагрузка на приемные отделения

В городе слабо развита система оповещения о качестве воздуха. Большая часть населения не знает, как защититься в этих условиях.

Задания для группы:

1. **Оцените ситуацию:** Как сочетание жары и загрязнения воздуха влияет на здоровье населения? Почему это особенно опасно?
2. **Разработайте план адаптации системы здравоохранения:**
 - Организация триажа в приемных отделениях (как сортировать пациентов с респираторными и сердечно-сосудистыми симптомами?)
 - Организация профилактических мер (как информировать население о двойном риске?)
 - Организация работы скорой помощи (как распределять бригады в периоды пиковой нагрузки?)
3. **Разработайте систему оповещения населения:**
 - Какую информацию нужно доносить?
 - Через какие каналы?
 - Какие рекомендации давать разным группам населения?
4. **Разработайте чек-лист для пациентов с астмой и ХОБЛ** по действиям в периоды сочетания жары и высокого загрязнения воздуха.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Базовый уровень:

1. Что такое экстремальное погодное явление? Приведите примеры.
2. Каковы основные медицинские последствия волн жары?
3. Какие группы населения наиболее уязвимы к волнам жары? Почему?
4. Каковы основные медицинские последствия наводнений?
5. Какие инфекции наиболее опасны после наводнений?
6. Что такое засуха и как она влияет на здоровье?
7. Как медицинская организация может подготовиться к волне жары?

Продвинутый уровень:

1. Разработайте алгоритм действий врача при поступлении пациента с тепловым ударом.
2. Как вы оцениваете уязвимость вашей больницы к наводнению? Какие меры вы предложите?
3. Разработайте план действий для медицинской организации на период засухи.

4. Как сочетание различных экстремальных явлений (жара + загрязнение воздуха) влияет на здоровье населения?
5. Какие долгосрочные адаптационные стратегии необходимы для системы здравоохранения Кыргызстана в условиях изменения климата?
6. Разработайте чек-лист для врача общей практики по климатически информированному консультированию пациентов.

7. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. **Оценка уязвимости:** Выберите любую медицинскую организацию (например, вашу городскую поликлинику) и проведите оценку ее уязвимости к одному из экстремальных погодных явлений (на выбор: волна жары, наводнение, засуха).
 - Оцените инфраструктуру (здания, системы отопления/охлаждения, водоснабжение)
 - Оцените готовность персонала (знание алгоритмов, наличие планов)
 - Оцените доступность ресурсов (запасы воды, лекарств, оборудования)
 - Предложите конкретные меры по повышению устойчивости
2. **Разработка памятки:** Разработайте памятку для пациентов вашего профиля (терапия, педиатрия, хирургия и т.д.) о поведении в периоды:
 - Экстремальной жары
 - Высокого загрязнения воздуха
 - Наводнения

8. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Критерий	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно
Понимание проблемы	Глубоко понимает климатические и медицинские аспекты, системно оценивает ситуацию	Понимает основные аспекты, но не всегда системно	Понимает только базовые факты
Разработка адаптационного плана	План полный, реалистичный, учитывает все группы риска и ресурсные ограничения	План правильный, но может быть неполным или недостаточно детальным	План неполный или нереалистичный
Разработка чек-листов и памяток	Четкие, конкретные, практичные, ориентированные на пользователя	Правильные, но общие	Неполные или нечеткие
Презентация решения	Четко, логично и убедительно презентует решение,	Презентует решение, но с некоторыми	Затрудняется в презентации, теряет логику

	отвечает на вопросы	неточностями	
Работа в группе	Активно участвует, вносит ценные предложения, помогает группе	Участвует, но не всегда инициативен	Пассивен или доминирует, не учитывает мнение группы

9. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. World Health Organization. *Heat-Health Action Plans: Guidance*. Geneva: WHO; 2021.
2. World Health Organization. *Health Emergency and Disaster Risk Management Framework*. Geneva: WHO; 2019.
3. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Geneva: IPCC; 2023. (Разделы об адаптации систем здравоохранения)

Дополнительная литература:

4. World Meteorological Organization. *Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes (1970-2021)*. Geneva: WMO; 2023.
5. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Natural Disasters and Severe Weather: Resources for Emergency Health Professionals*. Atlanta: CDC; 2023. <https://www.cdc.gov/disasters/>
6. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022*. Geneva: UNDRR; 2022.
7. National Academy of Medicine. *Health and Climate Change: Adaptation Strategies*. Washington, DC: National Academies Press; 2025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK614580/>
8. Kyrgyz Republic, Ministry of Emergency Situations. *National Plan for Disaster Risk Reduction*. Bishkek; 2023.
9. World Health Organization Regional Office for Europe. *Extreme Heat and Health: Adaptation in the WHO European Region*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2023.
10. Health Care Without Harm. *Climate Resilience for Healthcare: A Guide for Facility Adaptation*. Arlington, VA: Health Care Without Harm; 2022.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

Тема: Управление медицинскими отходами

Продолжительность: 90 минут

Форма проведения: Деловая игра «Сортируем отходы в клинике»

1. ЦЕЛИ ЗАНЯТИЯ

Цель:

Сформировать у студентов практические навыки управления медицинскими отходами в медицинской организации, включая сортировку, маркировку, временное хранение, транспортировку и утилизацию в соответствии с требованиями законодательства Кыргызской Республики и международными стандартами.

Задачи:

1. Изучить классификацию медицинских отходов в соответствии с законодательством КР.
2. Освоить цветовое кодирование и маркировку контейнеров для различных классов отходов.
3. Научиться правильно сортировать медицинские отходы на рабочем месте.
4. Изучить принципы безопасного обращения с острыми, инфекционными и химическими отходами.
5. Ознакомиться с современными методами обработки и утилизации медицинских отходов («Нарынская модель» и др.).

2. СТУДЕНТ ДОЛЖЕН

Знать:

- Классификацию медицинских отходов в Кыргызской Республике (Классы А, Б, В, Г, Д).
- Цветовое кодирование и маркировку контейнеров для каждого класса отходов.
- Правила сбора, временного хранения, транспортировки и утилизации медицинских отходов.
- Требования к упаковке и маркировке опасных медицинских отходов.
- Современные методы обработки и утилизации медицинских отходов.
- Нормативно-правовую базу управления медицинскими отходами в КР (Постановление №719 и др.).

Уметь:

- Правильно сортировать медицинские отходы на рабочем месте.
- Использовать цветовое кодирование контейнеров.
- Безопасно обращаться с острыми предметами (иглы, скальпели).
- Организовывать систему управления отходами в медицинском подразделении.
- Обучать младший персонал правилам сортировки отходов.

Владеть:

- Навыками правильной сортировки и упаковки медицинских отходов.
- Навыками работы с системами цветового кодирования.
- Навыками организации системы управления отходами в медицинской организации.
- Навыками обучения и инструктажа персонала по вопросам управления отходами.

3. СТРУКТУРА ЗАНЯТИЯ (90 минут)

Этап	Продолжительность	Содержание
1. Организационный момент	5 мин	Приветствие, проверка присутствия, объявление темы, целей и формата занятия
2. Вводная часть (актуализация знаний)	10 мин	Краткий опрос по материалу лекций. Обсуждение: "Какие проблемы с медицинскими отходами вы наблюдали на практике?"
3. Блок информации для студентов	15 мин	Мини-лекция по классификации, цветовому кодированию и правилам обращения с медицинскими отходами
4. Деловая игра «Сортируем отходы в клинике»	40 мин	Работа в командах по сортировке отходов в смоделированных клинических ситуациях
5. Обсуждение решений и разбор ошибок	15 мин	Анализ решений групп, обсуждение типичных ошибок
6. Заключительная часть	5 мин	Подведение итогов, контрольные вопросы, домашнее задание

4. БЛОК ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

4.1. Определение и актуальность проблемы медицинских отходов

Медицинские отходы (Medical Waste) — это все виды отходов, образующиеся в медицинских организациях (больницы, поликлиники, лаборатории, стоматологические кабинеты, аптеки, частные врачебные практики) в процессе оказания медицинской помощи, проведения диагностических процедур, производства лекарственных средств и др.

Масштаб проблемы:

- Сектор здравоохранения является одним из крупнейших производителей отходов в мире

- Ежегодно в мире образуется более 5,9 миллионов тонн медицинских отходов
- Из них 75–95% — неопасные (близки к бытовым)
- 5–25% — опасные (инфекционные, токсичные, радиоактивные)
- Неправильное обращение с опасными отходами приводит к:
 - Инфицированию медицинского персонала, пациентов и населения (гепатит В, С, ВИЧ, столбняк)
 - Загрязнению окружающей среды (почва, вода, воздух)
 - Выбросам токсичных веществ (диоксины, фураны) при сжигании
 - Развитию антибиотикорезистентности (антибиотики в окружающей среде)

Историческая справка:

В 1987 году в США произошел инцидент, который привлек внимание мирового сообщества к проблеме медицинских отходов. На пляжах Нью-Джерси и Лонг-Айленда были обнаружены медицинские отходы, включая использованные иглы и шприцы. Это привело к закрытию пляжей и принятию в 1988 году федерального закона «Medical Waste Tracking Act», который стал одним из первых законов, регулирующих обращение с медицинскими отходами.

4.2. Классификация медицинских отходов (Кыргызская Республика)

В Кыргызской Республике классификация медицинских отходов утверждена **Постановлением Правительства №719 от 2019 года** и соответствует рекомендациям ВОЗ.

Класс	Название	Характеристика	Примеры	Цвет контейнера
А	Неопасные отходы	Близки по составу к бытовым, не представляют эпидемической, токсической или радиационной опасности	Пищевые отходы, бумага, картон, упаковка, канцелярские товары, цветы, мебель, строительный мусор	Черный (или обычные мусорные контейнеры)
Б	Опасные отходы	Инфицированные или потенциально инфицированные отходы, содержащие патогенные микроорганизмы	Использованные иглы, скальпели, перевязочный материал с кровью, биологические жидкости (кровь, моча, кал), использованные перчатки, маски, системы для переливания	Желтый (или красный — для острых предметов)
В	Чрезвычайно опасные отходы	Отходы, контактирующие с пациентами, больными особо	Отходы от пациентов с чумой, холерой, особо опасными	Красный

		опасными инфекциями (карантинные инфекции)	вирусными лихорадками (Эбола, Марбург), сибирской язвой	
Г	Токсикологически опасные отходы	Содержат химические вещества, лекарственные препараты, ртуть и другие токсичные вещества	Просроченные лекарства, дезинфицирующие средства, разбитые термометры (ртуть), химические реактивы, аккумуляторы	Коричневый (или оранжевый)
Д	Радиоактивные отходы	Содержат радионуклиды с уровнем излучения выше допустимых норм	Отходы от ядерной медицины (диагностика, терапия), лучевой терапии, лабораторных исследований с использованием радиоактивных изотопов	Специальная маркировка «Радиоактивность»

Важное правило:

Смешивание отходов разных классов строго запрещено! Если опасные отходы попадают в контейнер с неопасными, весь объем становится опасным, что значительно увеличивает стоимость утилизации и создает дополнительные риски.

4.3. Цветовое кодирование и маркировка контейнеров

Международная система цветового кодирования (рекомендации ВОЗ):

Цвет	Класс отходов	Маркировка	Назначение
Желтый	Класс Б (опасные инфекционные)	Знак биологической опасности (☠)	Для инфекционных отходов, кроме острых предметов
Красный	Класс Б (острые предметы)	Знак биологической опасности + надпись «Острые предметы»	Для игл, скальпелей, стекла
Желтый с красной полосой	Класс В (чрезвычайно опасные)	Знак биологической опасности, двойная маркировка	Для отходов от особо опасных инфекций
Черный	Класс А (неопасные)	—	Для бытовых отходов
Коричневый	Класс Г (химические и лекарственные)	Знак химической опасности	Для лекарств, химикатов
Специальная	Класс Д (радиоактивные)	Знак радиационной опасности (☢)	Для радиоактивных отходов

Контейнеры для острых предметов:

- Должны быть жесткими, непрокалываемыми

- Иметь плотно закрывающуюся крышку (безопасную для персонала)
- Заполняться не более чем на $\frac{3}{4}$ объема
- Должны иметь маркировку: «Острые предметы. Опасно!»

Важно:

- Никогда не надевайте колпачок на иглу руками! (Это основная причина травм иглами.)
- Если это необходимо, используйте специальное устройство для снятия игл или утилизируйте иглу вместе со шприцем.

4.4. Правила сбора, временного хранения и транспортировки

4.4.1. Сбор отходов на месте образования

1. **Раздельный сбор:** все отходы должны сортироваться сразу на месте образования (в процедурных, перевязочных, операционных, лабораториях).
2. **Одноразовые контейнеры:** все контейнеры для опасных отходов должны быть одноразовыми и герметично закрываться.
3. **Маркировка:** каждый контейнер должен быть маркирован (класс отходов, дата начала сбора, отделение).
4. **Безопасность персонала:** персонал, собирающий отходы, должен использовать средства индивидуальной защиты (СИЗ): перчатки, маска, защитные очки, халат, иногда — фартук.
5. **Запрещено:**
 - Пересыпать опасные отходы из одного контейнера в другой
 - Уплотнять контейнеры с отходами ногами или руками
 - Использовать контейнеры без маркировки

4.4.2. Временное хранение отходов

1. **Отходы класса А:** хранятся в общих мусорных контейнерах, вывозятся регулярно.
2. **Отходы классов Б, В, Г, Д:** хранятся в специально выделенных помещениях или на площадках, оборудованных с учетом требований безопасности.
3. **Требования к местам хранения:**
 - Непроницаемый пол (бетон или плитка)
 - Водоснабжение и канализация
 - Вентиляция
 - Защита от доступа посторонних
 - Отдельное помещение для радиоактивных отходов
 - Маркировка на дверях
4. **Сроки хранения:**

- Отходы класса Б: не более 3 суток при температуре $<20^{\circ}\text{C}$ (в холодное время года)
- В жаркое время года: не более 1 суток (или хранить в холодильнике)
- Отходы классов Г и Д: согласно инструкциям, но не более 1 года

4.4.3. Транспортировка отходов

1. **Внутренняя транспортировка:** осуществляется специальными тележками, которые регулярно дезинфицируются.
2. **Внешняя транспортировка:** осуществляется специализированными транспортными средствами (с закрытым кузовом, с маркировкой).
3. **Документация:** при передаче отходов на утилизацию оформляется акт приема-передачи с указанием:
 - Класса отходов
 - Веса или объема
 - Датy
 - Подписей ответственных лиц

4.5. Методы обработки и утилизации медицинских отходов

4.5.1. Традиционные методы (менее предпочтительные)

Метод	Принцип	Преимущества	Недостатки
Сжигание (инсинерация)	Сжигание отходов при высокой температуре ($800-1200^{\circ}\text{C}$)	Полное уничтожение патогенов, значительное уменьшение объема	Выбросы диоксинов, фуранов, тяжелых металлов; дорогое оборудование
Захоронение на полигонах	Захоронение отходов в земле	Дешевизна (на первый взгляд)	Опасность загрязнения грунтовых вод, распространения патогенов, выделение метана

4.5.2. Современные методы (предпочтительные)

Метод	Принцип	Преимущества	Недостатки
Автоклавирование	Обработка паром под давлением ($121-134^{\circ}\text{C}$, 15-30 минут)	Дешево, надежно, не образует токсичных выбросов, подходит для большинства инфекционных отходов	Не подходит для химических и радиоактивных отходов, требует контроля качества стерилизации
Микроволновая обработка	Нагрев отходов с помощью микроволнового излучения (источник — влага в отходах)	Эффективно уничтожает патогены, энергоэффективно	Не подходит для отходов с низким содержанием влаги
Химическая обработка	Обработка отходов дезинфицирующими растворами (хлор,	Простота, низкая стоимость	Остатки химикатов в отходах, не

	озон, перекись водорода)		подходит для всех типов отходов
Механическое измельчение с дезинфекцией	Измельчение отходов с одновременной химической или термической дезинфекцией	Значительное уменьшение объема, безопасность	Дорогое оборудование

4.5.3. «Нарынская модель» — опыт Кыргызстана

Название: Инновационная система управления медицинскими отходами в Кыргызской Республике.

Где внедрена: Изначально в Нарынской области, затем масштабирована на другие регионы.

Компоненты системы:

1. **Устройства для удаления игл** — механические устройства, которые позволяют безопасно отделить иглу от шприца, исключая контакт персонала с острой частью.
2. **Автоклавируемые контейнеры** — специальные контейнеры для сбора отходов, которые можно загружать в автоклав без перекладывания отходов.
3. **Автоклавы** — для стерилизации инфекционных отходов паром под давлением.
4. **Измельчители** — для измельчения стерилизованных отходов (пластик, металл) для последующей переработки.
5. **Цементные ямы** — для безопасного захоронения анатомических отходов (органы, ткани) с заливкой цементом.

Результаты внедрения (данные исследования 2015 года):

- **33% ежегодной экономии** по сравнению с предыдущими затратами на управление отходами
- Охват 67,3% всех больничных коек в стране
- Значительное снижение риска инфицирования персонала
- Улучшение экологической ситуации

Применимость для студентов:

- Знание «Нарынской модели» позволяет врачам понимать, как организована система управления отходами в Кыргызстане, и правильно выполнять свои обязанности по сортировке отходов.

4.6. Безопасность персонала при работе с отходами

Основные риски:

- Травмы иглами и острыми предметами (гепатит В, С, ВИЧ)
- Инфицирование через поврежденную кожу
- Инфицирование через слизистые (брызги)

- Химические ожоги
- Физические травмы (при подъеме тяжелых контейнеров)

Меры защиты:

1. **Иммунизация:** прививки от гепатита В и столбняка.
2. **СИЗ:** перчатки (устойчивые к проколам), маски, защитные очки, фартук или халат, закрытая обувь.
3. **Правильная техника:** не закрывать иглы колпачком, использовать контейнеры для острых предметов.
4. **Гигиена:** мытье рук после каждого контакта с отходами.
5. **Обучение:** регулярное обучение и инструктаж персонала.

Алгоритм действий при травме иглой:

1. Немедленно промыть рану водой с мылом (не тереть!)
2. Обработать рану антисептиком (йод, спирт)
3. Наложить повязку
4. Обратиться в медицинскую службу для оценки риска и начала профилактики ВИЧ (в течение 72 часов)
5. Сдать анализы на ВИЧ, гепатит В, С (немедленно и через 3-6 месяцев)

5. ДЕЛОВАЯ ИГРА «СОРТИРУЕМ ОТХОДЫ В КЛИНИКЕ»

5.1. Формат игры

Количество участников: Группа делится на 4-5 команд по 4-6 человек.

Оборудование (можно использовать реальные образцы или карточки с изображениями):

- Набор предметов/карточек, изображающих различные медицинские отходы
- Цветные контейнеры или коробки с маркировкой (желтый, красный, черный, коричневый, специальный)
- Таблицы с классификацией отходов
- Ситуационные карточки с описанием клинических сценариев

Цель игры: Научить студентов правильно сортировать отходы в различных клинических ситуациях в соответствии с действующей классификацией и правилами безопасности.

5.2. Этапы игры

Этап 1: Вводная часть (5 минут)

- Преподаватель объясняет правила игры
- Команды получают набор предметов/карточек и контейнеры

- Каждая команда получает ситуационную карточку с описанием клинического сценария

Этап 2: Сортировка отходов (20 минут)

- Каждая команда в течение 20 минут выполняет сортировку отходов в соответствии со своим сценарием
- Команды должны:
 - Определить класс каждого отхода
 - Поместить отход в соответствующий контейнер (цвет)
 - Заполнить журнал учета отходов (учебный)
 - Разработать чек-лист для персонала по сортировке в их сценарии

Этап 3: Презентация и обсуждение (15 минут)

- Каждая команда представляет свои решения (5-7 минут)
- Объясняет, почему каждый отход был отнесен к тому или иному классу
- Показывает свой чек-лист для персонала

Этап 4: Разбор ошибок и обсуждение (10 минут)

- Преподаватель разбирает типичные ошибки
- Обсуждаются самые спорные случаи
- Подводятся итоги игры

5.3. Ситуационные сценарии для игры

Сценарий №1: Перевязочная поликлиники

Ситуация:

Вы работаете в перевязочной поликлиники. За 4 часа работы вы выполнили:

- 5 перевязок гнойных ран
- 3 перевязки послеоперационных ран
- 2 удаления швов
- 1 пункцию сустава

Какие отходы образовались:

1. Использованные бинты с гноем и кровью
2. Использованные перчатки
3. Использованные салфетки со спиртом
4. Использованные шприцы с иглами (после инъекций)
5. Использованный скальпель (для удаления швов)

6. Бумажные салфетки, которыми вытирали руки
7. Упаковка от стерильных бинтов и салфеток (бумага)
8. Использованный лейкопластырь
9. Ампилы от использованных лекарств (стекло)
10. Разбитая ампилла (стекло)

Задание:

- Определите класс каждого отхода
- Распределите отходы по контейнерам
- Разработайте чек-лист для персонала перевязочной по сортировке отходов

Сценарий №2: Хирургическое отделение

Ситуация:

Вы работаете в хирургическом отделении. За смену выполнено 3 операции (2 плановых, 1 экстренная — аппендэктомия).

Какие отходы образовались:

1. Хирургические перчатки с кровью
2. Одноразовые хирургические халаты и шапочки
3. Иглы для наложения швов (использованные)
4. Скальпели (одноразовые) и другие острые инструменты
5. Перевязочный материал (марлевые салфетки с кровью)
6. Дренажи после операции
7. Удаленный аппендикс (анатомические отходы)
8. Упаковка от стерильных инструментов
9. Жидкости (физиологический раствор, кровь) в дренажных емкостях
10. Использованные антибиотики (просроченные)
11. Ртуть из разбитого термометра

Задание:

- Определите класс каждого отхода
- Распределите отходы по контейнерам
- Разработайте план безопасной утилизации анатомических отходов (аппендикс)

Сценарий №3: Процедурный кабинет (вакцинация и инъекции)

Ситуация:

Вы работаете в процедурном кабинете поликлиники. Проводите вакцинацию и другие инъекции (внутримышечные, внутривенные). За день вы:

- Сделали 30 инъекций
- Провели 10 внутривенных инфузий (капельницы)
- Сделали 5 заборов крови на анализы

Какие отходы образовались:

1. Использованные шприцы с иглами (30 шт.)
2. Использованные иглы для венепункции (10 шт.)
3. Системы для внутривенных инфузий (10 шт.)
4. Ватные шарики и салфетки со спиртом (после инъекций)
5. Ватные шарики с кровью (после забора крови)
6. Пробирки с кровью (для анализов) — 5 шт.
7. Ампулы от вакцин (стекло) — 30 шт.
8. Ампулы от лекарств (стекло) — 10 шт.
9. Использованные перчатки
10. Упаковка от шприцев и систем (бумага, пластик)
11. Просроченные лекарства (нашел в шкафу)

Задание:

- Определите класс каждого отхода
- Распределите отходы по контейнерам
- Разработайте алгоритм действий при травме иглой (для данного сценария)

Сценарий №4: Стоматологическая клиника**Ситуация:**

Вы работаете в стоматологической клинике. За день вы приняли 10 пациентов: проводили лечение кариеса, удаление зубов, профессиональную гигиену полости рта.

Какие отходы образовались:

1. Использованные стоматологические зеркала (одноразовые)
2. Использованные стоматологические зонды (одноразовые)
3. Использованные иглы для анестезии
4. Использованные ампулы с анестетиками (стекло)
5. Ватные валики и шарики с кровью и слюной

6. Удаленные зубы (анатомические отходы)
7. Слюна и кровь в аспираторе
8. Использованные перчатки и маски
9. Упаковка от стерильных инструментов (бумага, пластик)
10. Отходы пломбировочных материалов (полимеры)
11. Использованный амальгамный пломбировочный материал (содержит ртуть)

Задание:

- Определите класс каждого отхода (особое внимание отходам, содержащим ртуть)
- Распределите отходы по контейнерам
- Разработайте меры безопасности для работы с амальгамными отходами

Сценарий №5: Отделение интенсивной терапии (ОИТ)

Ситуация:

Вы работаете в отделении интенсивной терапии. У вас тяжелый пациент с пневмонией, сепсисом. Проводится интенсивная терапия.

Какие отходы образовались:

1. Катетеры (центральные венозные, мочевые) — использованные
2. Системы для инфузий (с остатками лекарств)
3. Шприцы с иглами
4. Пробирки с кровью для анализов
5. Использованные перчатки и маски
6. перевязочный материал с кровью и гноем
7. Одноразовые контуры для ИВЛ
8. Упаковка от препаратов
9. Использованные лекарства (просроченные или с истекшим сроком годности)
10. Отходы от пациента (кал, моча) — в специальные контейнеры

Задание:

- Определите класс каждого отхода
- Распределите отходы по контейнерам
- Разработайте план действий при подозрении на инфекцию (карантин)

5.4. Чек-лист для персонала по сортировке отходов

(Образец, разрабатывается студентами в ходе игры)

ЧЕК-ЛИСТ ПО СОРТИРОВКЕ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ

Название отхода	Класс	Контейнер (цвет)	Примечание
Использованные бинты с кровью	Б	Желтый	
Использованные перчатки	Б	Желтый	
Использованные шприцы (с иглой)	Б	Красный (острые)	Вместе с иглой
Использованные иглы	Б	Красный (острые)	
Скальпели, лезвия	Б	Красный (острые)	
Ампулы (стекло)	Б	Красный (острые)	
Пробирки с кровью	Б	Желтый	
Вата, салфетки с кровью	Б	Желтый	
Упаковка от стерильных инструментов	А	Черный	
Бумага, картон	А	Черный	
Пищевые отходы	А	Черный	
Просроченные лекарства	Г	Коричневый	
Химические реактивы	Г	Коричневый	
Ртуть, термометры	Г	Коричневый	
Радиоактивные отходы	Д	Специальная	
Анатомические отходы	Б	Желтый (специальный контейнер)	Утилизировать в цементную яму

Правила безопасности:

- ☐ Не надевать колпачок на иглу руками
- ☐ Заполнять контейнер для острых предметов не более чем на $\frac{3}{4}$
- ☐ Плотнo закрывать контейнеры перед транспортировкой
- ☐ Использовать СИЗ (перчатки, маску, очки)
- ☐ После работы с отходами мыть руки с мылом

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Базовый уровень:

- Какие классы медицинских отходов выделяют в Кыргызской Республике?
- Какой цвет контейнера для инфекционных отходов (Класс Б)?
- Какой цвет контейнера для острых предметов (иглы, скальпели)?
- Почему нельзя смешивать отходы разных классов?
- Что такое «Нарынская модель» управления медицинскими отходами?
- Какие методы обработки медицинских отходов используются в Кыргызстане?
- Какой главный риск для персонала при работе с медицинскими отходами?

Продвинутый уровень:

1. Разработайте алгоритм действий при травме иглой.
2. Какие меры безопасности вы предложите для предотвращения травм иглами в процедурном кабинете?
3. Как организовать систему управления отходами в небольшой стоматологической клинике?
4. Какие экологические проблемы связаны со сжиганием медицинских отходов?
5. Каковы преимущества автоклавирования по сравнению со сжиганием?
6. Почему «Нарынская модель» считается инновационной для Кыргызстана?

7. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. **Разработка памятки:** Разработайте памятку для медицинского персонала по сортировке медицинских отходов в вашем отделении (на выбор: терапевтическое, хирургическое, стоматологическое, процедурный кабинет).
2. **Оценка системы:** Посетите любое медицинское учреждение (или опросите работающего врача) и оцените систему управления отходами:
 - Используются ли цветные контейнеры?
 - Правильно ли сортируются отходы?
 - Какие методы утилизации используются?
 - Какие проблемы существуют?
 - Предложите пути решения проблем.

8. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Критерий	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно
Знание классификации отходов	Точно определяет класс каждого отхода, знает цветовое кодирование	Правильно определяет класс, но иногда путает цвета	Затрудняется в классификации
Правильность сортировки	Сортирует все отходы правильно, обосновывает решения	Сортирует правильно, но с небольшими ошибками	Допускает серьезные ошибки в сортировке
Понимание безопасных методов	Демонстрирует глубокое понимание мер безопасности	Знает основные меры безопасности	Знает, но не применяет на практике
Работа в группе	Активно участвует, вносит ценные предложения	Участвует, но не всегда инициативен	Пассивен или доминирует
Разработка чек-листа	Четкий, конкретный, практичный, ориентированный на пользователя	Правильный, но общий	Неполный или нечеткий

9. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. World Health Organization. *Safe Management of Wastes from Health-Care Activities*. 2nd ed. Geneva: WHO; 2014.
2. Government of the Kyrgyz Republic. Decree No. 719 "On the management of medical waste and mercury-containing products in healthcare organizations". Bishkek; 2019.

Дополнительная литература:

3. Toktobaev N, Karanis P, Karanis G, et al. An innovative national health care waste management system in Kyrgyzstan. *Waste Manag Res*. 2015;33(2):130-138. doi:10.1177/0734242X14565209
4. World Health Organization. *Health-care waste: key facts*. Geneva: WHO; 2023. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>
5. United Nations Development Programme (UNDP). Medical staff in Cholpon Ata improve their knowledge on healthcare waste management. Published April 19, 2021. <https://www.undp.org/kyrgyzstan/press-releases/medical-staff-cholpon-ata-improve-their-knowledge-healthcare-waste-management>
6. Health Care Without Harm. *Safe Health Care Waste Management: Policy Paper*. Arlington, VA: Health Care Without Harm; 2022.
7. Kyrgyz Republic, Ministry of Health. *Guidelines for the Management of Medical Waste in Healthcare Facilities*. Bishkek: Ministry of Health; 2020.
8. World Health Organization. *Management of Solid Health-Care Waste at Primary Health-Care Centres: A Decision-Making Guide*. Geneva: WHO; 2005.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

Тема: Управление медицинскими отходами

Продолжительность: 90 минут

Форма проведения: Деловая игра «Сортируем отходы в клинике»

1. ЦЕЛИ ЗАНЯТИЯ

Цель:

Сформировать у студентов практические навыки управления медицинскими отходами в медицинской организации, включая сортировку, маркировку, временное хранение, транспортировку и утилизацию в соответствии с требованиями законодательства Кыргызской Республики и международными стандартами.

Задачи:

6. Изучить классификацию медицинских отходов в соответствии с законодательством КР.
7. Освоить цветовое кодирование и маркировку контейнеров для различных классов отходов.
8. Научиться правильно сортировать медицинские отходы на рабочем месте.
9. Изучить принципы безопасного обращения с острыми, инфекционными и химическими отходами.
10. Ознакомиться с современными методами обработки и утилизации медицинских отходов («Нарынская модель» и др.).

2. СТУДЕНТ ДОЛЖЕН

Знать:

- Классификацию медицинских отходов в Кыргызской Республике (Классы А, Б, В, Г, Д).
- Цветовое кодирование и маркировку контейнеров для каждого класса отходов.
- Правила сбора, временного хранения, транспортировки и утилизации медицинских отходов.
- Требования к упаковке и маркировке опасных медицинских отходов.
- Современные методы обработки и утилизации медицинских отходов.
- Нормативно-правовую базу управления медицинскими отходами в КР (Постановление №719 и др.).

Уметь:

- Правильно сортировать медицинские отходы на рабочем месте.
- Использовать цветовое кодирование контейнеров.
- Безопасно обращаться с острыми предметами (иглы, скальпели).
- Организовывать систему управления отходами в медицинском подразделении.
- Обучать младший персонал правилам сортировки отходов.

Владеть:

- Навыками правильной сортировки и упаковки медицинских отходов.
- Навыками работы с системами цветового кодирования.
- Навыками организации системы управления отходами в медицинской организации.
- Навыками обучения и инструктажа персонала по вопросам управления отходами.

3. СТРУКТУРА ЗАНЯТИЯ (90 минут)

Этап	Продолжительность	Содержание
1. Организационный момент	5 мин	Приветствие, проверка присутствия, объявление темы, целей и формата занятия
2. Вводная часть (актуализация знаний)	10 мин	Краткий опрос по материалу лекций. Обсуждение: "Какие проблемы с медицинскими отходами вы наблюдали на практике?"
3. Блок информации для студентов	15 мин	Мини-лекция по классификации, цветовому кодированию и правилам обращения с медицинскими отходами
4. Деловая игра «Сортируем отходы в клинике»	40 мин	Работа в командах по сортировке отходов в симулированных клинических ситуациях
5. Обсуждение решений и разбор ошибок	15 мин	Анализ решений групп, обсуждение типичных ошибок
6. Заключительная часть	5 мин	Подведение итогов, контрольные вопросы, домашнее задание

4. БЛОК ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

4.1. Определение и актуальность проблемы медицинских отходов

Медицинские отходы (Medical Waste) — это все виды отходов, образующиеся в медицинских организациях (больницы, поликлиники, лаборатории, стоматологические кабинеты, аптеки, частные врачебные практики) в процессе оказания медицинской помощи, проведения диагностических процедур, производства лекарственных средств и др.

Масштаб проблемы:

- Сектор здравоохранения является одним из крупнейших производителей отходов в мире
- Ежегодно в мире образуется более 5,9 миллионов тонн медицинских отходов
- Из них 75–95% — неопасные (близки к бытовым)
- 5–25% — опасные (инфекционные, токсичные, радиоактивные)
- Неправильное обращение с опасными отходами приводит к:
 - Инфицированию медицинского персонала, пациентов и населения (гепатит В, С, ВИЧ, столбняк)
 - Загрязнению окружающей среды (почва, вода, воздух)
 - Выбросам токсичных веществ (диоксины, фураны) при сжигании
 - Развитию антибиотикорезистентности (антибиотики в окружающей среде)

Историческая справка:

В 1987 году в США произошел инцидент, который привлек внимание мирового сообщества к проблеме медицинских отходов. На пляжах Нью-Джерси и Лонг-Айленда были обнаружены медицинские отходы, включая использованные иглы и шприцы. Это

привело к закрытию пляжей и принятию в 1988 году федерального закона «Medical Waste Tracking Act», который стал одним из первых законов, регулирующих обращение с медицинскими отходами.

4.2. Классификация медицинских отходов (Кыргызская Республика)

В Кыргызской Республике классификация медицинских отходов утверждена **Постановлением Правительства №719 от 2019 года** и соответствует рекомендациям ВОЗ.

Класс	Название	Характеристика	Примеры	Цвет контейнера
А	Неопасные отходы	Близки по составу к бытовым, не представляют эпидемической, токсической или радиационной опасности	Пищевые отходы, бумага, картон, упаковка, канцелярские товары, цветы, мебель, строительный мусор	Черный (или обычные мусорные контейнеры)
Б	Опасные отходы	Инфицированные или потенциально инфицированные отходы, содержащие патогенные микроорганизмы	Использованные иглы, скальпели, перевязочный материал с кровью, биологические жидкости (кровь, моча, кал), использованные перчатки, маски, системы для переливания	Желтый (или красный — для острых предметов)
В	Чрезвычайно опасные отходы	Отходы, контактирующие с пациентами, больными особо опасными инфекциями (карантинные инфекции)	Отходы от пациентов с чумой, холерой, особо опасными вирусными лихорадками (Эбола, Марбург), сибирской язвой	Красный
Г	Токсикологически опасные отходы	Содержат химические вещества, лекарственные препараты, ртуть и другие токсичные вещества	Просроченные лекарства, дезинфицирующие средства, разбитые термометры (ртуть), химические реактивы, аккумуляторы	Коричневый (или оранжевый)
Д	Радиоактивные отходы	Содержат радионуклиды с уровнем излучения выше допустимых норм	Отходы от ядерной медицины (диагностика, терапия), лучевой терапии, лабораторных	Специальная маркировка «Радиоактивность»

			исследований с использованием радиоактивных изотопов	
--	--	--	--	--

Важное правило:

Смешивание отходов разных классов строго запрещено! Если опасные отходы попадают в контейнер с неопасными, весь объем становится опасным, что значительно увеличивает стоимость утилизации и создает дополнительные риски.

4.3. Цветовое кодирование и маркировка контейнеров

Международная система цветового кодирования (рекомендации ВОЗ):

Цвет	Класс отходов	Маркировка	Назначение
Желтый	Класс Б (опасные инфекционные)	Знак биологической опасности (☠)	Для инфекционных отходов, кроме острых предметов
Красный	Класс Б (острые предметы)	Знак биологической опасности + надпись «Острые предметы»	Для игл, скальпелей, стекла
Желтый с красной полосой	Класс В (чрезвычайно опасные)	Знак биологической опасности, двойная маркировка	Для отходов от особо опасных инфекций
Черный	Класс А (неопасные)	—	Для бытовых отходов
Коричневый	Класс Г (химические и лекарственные)	Знак химической опасности	Для лекарств, химикатов
Специальная	Класс Д (радиоактивные)	Знак радиационной опасности (☢)	Для радиоактивных отходов

Контейнеры для острых предметов:

- Должны быть жесткими, непрокалываемыми
- Иметь плотно закрывающуюся крышку (безопасную для персонала)
- Заполняться не более чем на $\frac{3}{4}$ объема
- Должны иметь маркировку: «Острые предметы. Опасно!»

Важно:

- Никогда не надевайте колпачок на иглу руками! (Это основная причина травм иглами.)
- Если это необходимо, используйте специальное устройство для снятия игл или утилизируйте иглу вместе со шприцем.

4.4. Правила сбора, временного хранения и транспортировки

4.4.1. Сбор отходов на месте образования

6. **Раздельный сбор:** все отходы должны сортироваться сразу на месте образования (в процедурных, перевязочных, операционных, лабораториях).

7. **Одноразовые контейнеры:** все контейнеры для опасных отходов должны быть одноразовыми и герметично закрываться.
8. **Маркировка:** каждый контейнер должен быть маркирован (класс отходов, дата начала сбора, отделение).
9. **Безопасность персонала:** персонал, собирающий отходы, должен использовать средства индивидуальной защиты (СИЗ): перчатки, маска, защитные очки, халат, иногда — фартук.
10. **Запрещено:**
 - Пересыпать опасные отходы из одного контейнера в другой
 - Уплотнять контейнеры с отходами ногами или руками
 - Использовать контейнеры без маркировки

4.4.2. Временное хранение отходов

5. **Отходы класса А:** хранятся в общих мусорных контейнерах, вывозятся регулярно.
6. **Отходы классов Б, В, Г, Д:** хранятся в специально выделенных помещениях или на площадках, оборудованных с учетом требований безопасности.
7. **Требования к местам хранения:**
 - Непроницаемый пол (бетон или плитка)
 - Водоснабжение и канализация
 - Вентиляция
 - Защита от доступа посторонних
 - Отдельное помещение для радиоактивных отходов
 - Маркировка на дверях
8. **Сроки хранения:**
 - Отходы класса Б: не более 3 суток при температуре $<20^{\circ}\text{C}$ (в холодное время года)
 - В жаркое время года: не более 1 суток (или хранить в холодильнике)
 - Отходы классов Г и Д: согласно инструкциям, но не более 1 года

4.4.3. Транспортировка отходов

4. **Внутренняя транспортировка:** осуществляется специальными тележками, которые регулярно дезинфицируются.
5. **Внешняя транспортировка:** осуществляется специализированными транспортными средствами (с закрытым кузовом, с маркировкой).
6. **Документация:** при передаче отходов на утилизацию оформляется акт приема-передачи с указанием:
 - Класса отходов

- Веса или объема
- Даты
- Подписей ответственных лиц

4.5. Методы обработки и утилизации медицинских отходов

4.5.1. Традиционные методы (менее предпочтительные)

Метод	Принцип	Преимущества	Недостатки
Сжигание (инсинерация)	Сжигание отходов при высокой температуре (800-1200°C)	Полное уничтожение патогенов, значительное уменьшение объема	Выбросы диоксинов, фуранов, тяжелых металлов; дорогое оборудование
Захоронение на полигонах	Захоронение отходов в земле	Дешевизна (на первый взгляд)	Опасность загрязнения грунтовых вод, распространения патогенов, выделение метана

4.5.2. Современные методы (предпочтительные)

Метод	Принцип	Преимущества	Недостатки
Автоклавирование	Обработка паром под давлением (121-134°C, 15-30 минут)	Дешево, надежно, не образует токсичных выбросов, подходит для большинства инфекционных отходов	Не подходит для химических и радиоактивных отходов, требует контроля качества стерилизации
Микроволновая обработка	Нагрев отходов с помощью микроволнового излучения (источник — влага в отходах)	Эффективно уничтожает патогены, энергоэффективно	Не подходит для отходов с низким содержанием влаги
Химическая обработка	Обработка отходов дезинфицирующими растворами (хлор, озон, перекись водорода)	Простота, низкая стоимость	Остатки химикатов в отходах, не подходит для всех типов отходов
Механическое измельчение с дезинфекцией	Измельчение отходов с одновременной химической или термической дезинфекцией	Значительное уменьшение объема, безопасность	Дорогое оборудование

4.5.3. «Нарынская модель» — опыт Кыргызстана

Название: Инновационная система управления медицинскими отходами в Кыргызской Республике.

Где внедрена: Изначально в Нарынской области, затем масштабирована на другие регионы.

Компоненты системы:

6. **Устройства для удаления игл** — механические устройства, которые позволяют безопасно отделить иглу от шприца, исключая контакт персонала с острой частью.
7. **Автоклавируемые контейнеры** — специальные контейнеры для сбора отходов, которые можно загружать в автоклав без перекладывания отходов.
8. **Автоклавы** — для стерилизации инфекционных отходов паром под давлением.
9. **Измельчители** — для измельчения стерилизованных отходов (пластик, металл) для последующей переработки.
10. **Цементные ямы** — для безопасного захоронения анатомических отходов (органы, ткани) с заливкой цементом.

Результаты внедрения (данные исследования 2015 года):

- **33% ежегодной экономии** по сравнению с предыдущими затратами на управление отходами
- Охват 67,3% всех больничных коек в стране
- Значительное снижение риска инфицирования персонала
- Улучшение экологической ситуации

Применимость для студентов:

- Знание «Нарынской модели» позволяет врачам понимать, как организована система управления отходами в Кыргызстане, и правильно выполнять свои обязанности по сортировке отходов.

4.6. Безопасность персонала при работе с отходами

Основные риски:

- Травмы иглами и острыми предметами (гепатит В, С, ВИЧ)
- Инфицирование через поврежденную кожу
- Инфицирование через слизистые (брызги)
- Химические ожоги
- Физические травмы (при подъеме тяжелых контейнеров)

Меры защиты:

6. **Иммунизация:** прививки от гепатита В и столбняка.
7. **СИЗ:** перчатки (устойчивые к проколам), маски, защитные очки, фартук или халат, закрытая обувь.
8. **Правильная техника:** не закрывать иглы колпачком, использовать контейнеры для острых предметов.
9. **Гигиена:** мытье рук после каждого контакта с отходами.
10. **Обучение:** регулярное обучение и инструктаж персонала.

Алгоритм действий при травме иглой:

6. Немедленно промыть рану водой с мылом (не тереть!)
7. Обработать рану антисептиком (йод, спирт)
8. Наложить повязку
9. Обратиться в медицинскую службу для оценки риска и начала профилактики ВИЧ (в течение 72 часов)
10. Сдать анализы на ВИЧ, гепатит В, С (немедленно и через 3-6 месяцев)

5. ДЕЛОВАЯ ИГРА «СОТИРУЕМ ОТХОДЫ В КЛИНИКЕ»

5.1. Формат игры

Количество участников: Группа делится на 4-5 команд по 4-6 человек.

Оборудование (можно использовать реальные образцы или карточки с изображениями):

- Набор предметов/карточек, изображающих различные медицинские отходы
- Цветные контейнеры или коробки с маркировкой (желтый, красный, черный, коричневый, специальный)
- Таблицы с классификацией отходов
- Ситуационные карточки с описанием клинических сценариев

Цель игры: Научить студентов правильно сортировать отходы в различных клинических ситуациях в соответствии с действующей классификацией и правилами безопасности.

5.2. Этапы игры

Этап 1: Вводная часть (5 минут)

- Преподаватель объясняет правила игры
- Команды получают набор предметов/карточек и контейнеры
- Каждая команда получает ситуационную карточку с описанием клинического сценария

Этап 2: Сортировка отходов (20 минут)

- Каждая команда в течение 20 минут выполняет сортировку отходов в соответствии со своим сценарием
- Команды должны:
 - Определить класс каждого отхода
 - Поместить отход в соответствующий контейнер (цвет)
 - Заполнить журнал учета отходов (учебный)
 - Разработать чек-лист для персонала по сортировке в их сценарии

Этап 3: Презентация и обсуждение (15 минут)

- Каждая команда представляет свои решения (5-7 минут)
- Объясняет, почему каждый отход был отнесен к тому или иному классу
- Показывает свой чек-лист для персонала

Этап 4: Разбор ошибок и обсуждение (10 минут)

- Преподаватель разбирает типичные ошибки
- Обсуждаются самые спорные случаи
- Подводятся итоги игры

5.3. Ситуационные сценарии для игры

Сценарий №1: Перевязочная поликлиники

Ситуация:

Вы работаете в перевязочной поликлиники. За 4 часа работы вы выполнили:

- 5 перевязок гнойных ран
- 3 перевязки послеоперационных ран
- 2 удаления швов
- 1 пункцию сустава

Какие отходы образовались:

11. Использованные бинты с гноем и кровью
12. Использованные перчатки
13. Использованные салфетки со спиртом
14. Использованные шприцы с иглами (после инъекций)
15. Использованный скальпель (для удаления швов)
16. Бумажные салфетки, которыми вытирали руки
17. Упаковка от стерильных бинтов и салфеток (бумага)
18. Использованный лейкопластырь
19. Ампилы от использованных лекарств (стекло)
20. Разбитая ампула (стекло)

Задание:

- Определите класс каждого отхода
- Распределите отходы по контейнерам
- Разработайте чек-лист для персонала перевязочной по сортировке отходов

Сценарий №2: Хирургическое отделение

Ситуация:

Вы работаете в хирургическом отделении. За смену выполнено 3 операции (2 плановых, 1 экстренная — аппендэктомия).

Какие отходы образовались:

12. Хирургические перчатки с кровью
13. Одноразовые хирургические халаты и шапочки
14. Иглы для наложения швов (использованные)
15. Скальпели (одноразовые) и другие острые инструменты
16. перевязочный материал (марлевые салфетки с кровью)
17. Дренажи после операции
18. Удаленный аппендикс (анатомические отходы)
19. Упаковка от стерильных инструментов
20. Жидкости (физиологический раствор, кровь) в дренажных емкостях
21. Использованные антибиотики (просроченные)
22. Ртуть из разбитого термометра

Задание:

- Определите класс каждого отхода
- Распределите отходы по контейнерам
- Разработайте план безопасной утилизации анатомических отходов (аппендикс)

Сценарий №3: Процедурный кабинет (вакцинация и инъекции)

Ситуация:

Вы работаете в процедурном кабинете поликлиники. Проводите вакцинацию и другие инъекции (внутримышечные, внутривенные). За день вы:

- Сделали 30 инъекций
- Провели 10 внутривенных инфузий (капельницы)
- Сделали 5 заборов крови на анализы

Какие отходы образовались:

12. Использованные шприцы с иглами (30 шт.)
13. Использованные иглы для венепункции (10 шт.)
14. Системы для внутривенных инфузий (10 шт.)
15. Ватные шарики и салфетки со спиртом (после инъекций)

16. Ватные шарики с кровью (после забора крови)
17. Пробирки с кровью (для анализов) — 5 шт.
18. Ампулы от вакцин (стекло) — 30 шт.
19. Ампулы от лекарств (стекло) — 10 шт.
20. Использованные перчатки
21. Упаковка от шприцев и систем (бумага, пластик)
22. Просроченные лекарства (нашел в шкафу)

Задание:

- Определите класс каждого отхода
- Распределите отходы по контейнерам
- Разработайте алгоритм действий при травме иглой (для данного сценария)

Сценарий №4: Стоматологическая клиника

Ситуация:

Вы работаете в стоматологической клинике. За день вы приняли 10 пациентов: проводили лечение кариеса, удаление зубов, профессиональную гигиену полости рта.

Какие отходы образовались:

12. Использованные стоматологические зеркала (одноразовые)
13. Использованные стоматологические зонды (одноразовые)
14. Использованные иглы для анестезии
15. Использованные ампулы с анестетиками (стекло)
16. Ватные валики и шарики с кровью и слюной
17. Удаленные зубы (анатомические отходы)
18. Слюна и кровь в аспираторе
19. Использованные перчатки и маски
20. Упаковка от стерильных инструментов (бумага, пластик)
21. Отходы пломбировочных материалов (полимеры)
22. Использованный амальгамный пломбировочный материал (содержит ртуть)

Задание:

- Определите класс каждого отхода (особое внимание отходам, содержащим ртуть)
- Распределите отходы по контейнерам
- Разработайте меры безопасности для работы с амальгамными отходами

Сценарий №5: Отделение интенсивной терапии (ОИТ)

Ситуация:

Вы работаете в отделении интенсивной терапии. У вас тяжелый пациент с пневмонией, сепсисом. Проводится интенсивная терапия.

Какие отходы образовались:

11. Катетеры (центральные венозные, мочевые) — использованные
12. Системы для инфузий (с остатками лекарств)
13. Шприцы с иглами
14. Пробирки с кровью для анализов
15. Использованные перчатки и маски
16. перевязочный материал с кровью и гноем
17. Одноразовые контуры для ИВЛ
18. Упаковка от препаратов
19. Использованные лекарства (просроченные или с истекшим сроком годности)
20. Отходы от пациента (кал, моча) — в специальные контейнеры

Задание:

- Определите класс каждого отхода
- Распределите отходы по контейнерам
- Разработайте план действий при подозрении на инфекцию (карантин)

5.4. Чек-лист для персонала по сортировке отходов

(Образец, разрабатывается студентами в ходе игры)

ЧЕК-ЛИСТ ПО СОРТИРОВКЕ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ

Название отхода	Класс	Контейнер (цвет)	Примечание
Использованные бинты с кровью	Б	Желтый	
Использованные перчатки	Б	Желтый	
Использованные шприцы (с иглой)	Б	Красный (острые)	Вместе с иглой
Использованные иглы	Б	Красный (острые)	
Скальпели, лезвия	Б	Красный (острые)	
Ампулы (стекло)	Б	Красный (острые)	
Пробирки с кровью	Б	Желтый	
Вата, салфетки с кровью	Б	Желтый	
Упаковка от стерильных инструментов	А	Черный	
Бумага, картон	А	Черный	
Пищевые отходы	А	Черный	

Просроченные лекарства	Г	Коричневый	
Химические реактивы	Г	Коричневый	
Ртуть, термометры	Г	Коричневый	
Радиоактивные отходы	Д	Специальная	
Анатомические отходы	Б	Желтый (специальный контейнер)	Утилизировать в цементную яму

Правила безопасности:

- ☐ Не надевать колпачок на иглу руками
- ☐ Заполнять контейнер для острых предметов не более чем на $\frac{3}{4}$
- ☐ Плотнo закрывать контейнеры перед транспортировкой
- ☐ Использовать СИЗ (перчатки, маску, очки)
- ☐ После работы с отходами мыть руки с мылом

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Базовый уровень:

8. Какие классы медицинских отходов выделяют в Кыргызской Республике?
9. Какой цвет контейнера для инфекционных отходов (Класс Б)?
10. Какой цвет контейнера для острых предметов (иглы, скальпели)?
11. Почему нельзя смешивать отходы разных классов?
12. Что такое «Нарынская модель» управления медицинскими отходами?
13. Какие методы обработки медицинских отходов используются в Кыргызстане?
14. Какой главный риск для персонала при работе с медицинскими отходами?

Продвинутый уровень:

7. Разработайте алгоритм действий при травме иглой.
8. Какие меры безопасности вы предложите для предотвращения травм иглами в процедурном кабинете?
9. Как организовать систему управления отходами в небольшой стоматологической клинике?
10. Какие экологические проблемы связаны со сжиганием медицинских отходов?
11. Каковы преимущества автоклавирования по сравнению со сжиганием?
12. Почему «Нарынская модель» считается инновационной для Кыргызстана?

7. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

3. **Разработка памятки:** Разработайте памятку для медицинского персонала по сортировке медицинских отходов в вашем отделении (на выбор: терапевтическое, хирургическое, стоматологическое, процедурный кабинет).
4. **Оценка системы:** Посетите любое медицинское учреждение (или опросите работающего врача) и оцените систему управления отходами:
 - Используются ли цветные контейнеры?
 - Правильно ли сортируются отходы?
 - Какие методы утилизации используются?
 - Какие проблемы существуют?
 - Предложите пути решения проблем.

8. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Критерий	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно
Знание классификации отходов	Точно определяет класс каждого отхода, знает цветовое кодирование	Правильно определяет класс, но иногда путает цвета	Затрудняется в классификации
Правильность сортировки	Сортирует все отходы правильно, обосновывает решения	Сортирует правильно, но с небольшими ошибками	Допускает серьезные ошибки в сортировке
Понимание безопасных методов	Демонстрирует глубокое понимание мер безопасности	Знает основные меры безопасности	Знает, но не применяет на практике
Работа в группе	Активно участвует, вносит ценные предложения	Участвует, но не всегда инициативен	Пассивен или доминирует
Разработка чек-листа	Четкий, конкретный, практичный, ориентированный на пользователя	Правильный, но общий	Неполный или нечеткий

9. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

3. World Health Organization. *Safe Management of Wastes from Health-Care Activities*. 2nd ed. Geneva: WHO; 2014.
4. Government of the Kyrgyz Republic. Decree No. 719 "On the management of medical waste and mercury-containing products in healthcare organizations". Bishkek; 2019.

Дополнительная литература:

9. Toktobaev N, Karanis P, Karanis G, et al. An innovative national health care waste management system in Kyrgyzstan. *Waste Manag Res.* 2015;33(2):130-138. doi:10.1177/0734242X14565209

10. World Health Organization. *Health-care waste: key facts*. Geneva: WHO; 2023. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>
11. United Nations Development Programme (UNDP). Medical staff in Cholpon Ata improve their knowledge on healthcare waste management. Published April 19, 2021. <https://www.undp.org/kyrgyzstan/press-releases/medical-staff-cholpon-ata-improve-their-knowledge-healthcare-waste-management>
12. Health Care Without Harm. *Safe Health Care Waste Management: Policy Paper*. Arlington, VA: Health Care Without Harm; 2022.
13. Kyrgyz Republic, Ministry of Health. *Guidelines for the Management of Medical Waste in Healthcare Facilities*. Bishkek: Ministry of Health; 2020.
14. World Health Organization. *Management of Solid Health-Care Waste at Primary Health-Care Centres: A Decision-Making Guide*. Geneva: WHO; 2005.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5

Тема: Энергоэффективность в медицинских организациях: аудит потребления, мероприятия по снижению (освещение, HVAC, оборудование)

Продолжительность: 90 минут

Форма проведения: Расчет энергопотребления типового отделения

1. ЦЕЛИ ЗАНЯТИЯ

Цель:

Сформировать у студентов практические навыки проведения энергоаудита медицинских организаций, расчета энергопотребления различных систем (освещение, вентиляция, медицинское оборудование) и разработки мероприятий по повышению энергоэффективности.

Задачи:

1. Изучить основные принципы энергоаудита медицинских организаций.
2. Освоить методику расчета энергопотребления типового отделения больницы.
3. Научиться выявлять точки наибольших потерь энергии в медицинской организации.
4. Разработать конкретные мероприятия по снижению энергопотребления с расчетом экономической эффективности.
5. Ознакомиться с современными технологиями энергосбережения в здравоохранении.

2. СТУДЕНТ ДОЛЖЕН

Знать:

- Основные потребители энергии в медицинских организациях (освещение, HVAC, медицинское оборудование, стерилизация).
- Принципы проведения энергоаудита медицинских организаций.
- Методы расчета энергопотребления различных систем.
- Современные энергосберегающие технологии (светодиодное освещение, системы автоматизации HVAC, утилизация тепла).
- Нормативные документы по энергосбережению в Кыргызской Республике.

Уметь:

- Проводить простой энергоаудит типового отделения.

- Рассчитывать энергопотребление осветительных приборов, систем вентиляции, медицинского оборудования.
- Выявлять точки наибольших потерь энергии.
- Разрабатывать мероприятия по снижению энергопотребления.
- Рассчитывать экономическую эффективность энергосберегающих мероприятий (срок окупаемости, экономия).

Владеть:

- Навыками расчета энергопотребления медицинской организации.
- Методами выявления энергетических потерь.
- Навыками разработки энергосберегающих мероприятий.
- Навыками оценки экономической эффективности энергосберегающих проектов.

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 лекций. Обсуждение: "Какие системы в больнице потребляют больше всего энергии?"
3. Блок информации для студентов	20 мин	Мини-лекция по энергопотреблению медицинских организаций, методам энергоаудита и энергосберегающим технологиям
4. Расчетная работа	35 мин	Студенты работают в малых группах, выполняя расчеты энергопотребления типового отделения и разрабатывая мероприятия по энергосбережению
5. Презентация решений групп	15 мин	Каждая группа представляет свои расчеты и рекомендации (по 3-5 минут)
6. Заключительная часть	5 мин	Подведение итогов, контрольные вопросы, домашнее задание

4. БЛОК ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

4.1. Актуальность энергоэффективности в здравоохранении

4.1.1. Почему энергоэффективность важна для больниц?

1. Экономический аспект

- Больницы относятся к самым энергоемким зданиям (в 2-3 раза больше, чем офисные здания на квадратный метр)
- Затраты на энергию составляют 5-15% операционных расходов больницы

- Каждая сэкономленная единица энергии — это средства, которые можно направить на лекарства, оборудование или зарплату персонала

2. Экологический аспект

- В Кыргызстане зимой значительная часть электроэнергии вырабатывается из угля (импортного)
- Энергопотребление больниц — значительная часть углеродного следа сектора здравоохранения (Score 2)
- Сокращение энергопотребления на 10% снижает углеродный след больницы на сотни тонн CO₂ в год

3. Аспект надежности

- Энергосберегающие меры часто сопровождаются модернизацией систем, что повышает их надежность
- В условиях нестабильного энергоснабжения это критически важно для работы жизнеобеспечивающего оборудования

4.1.2. Структура энергопотребления типичной больницы

Потребитель	Доля в общем энергопотреблении	Примечания
HVAC (отопление, вентиляция, кондиционирование)	30-40%	Наиболее энергоемкая система. Требуется постоянной работы для поддержания температуры, влажности, чистоты воздуха
Освещение	15-20%	Круглосуточная работа, высокие требования к освещенности (особенно в операционных)
Медицинское оборудование	15-20%	МРТ, КТ, рентген, лабораторное оборудование
Стерилизация	5-10%	Автоклавы работают при высокой температуре и давлении
Лифты, эскалаторы	3-5%	Особенно в многоэтажных стационарах
Прочее (IT, бытовая техника)	10-15%	Компьютеры, кухонное оборудование, стирка

4.2. Основы энергоаудита медицинских организаций

4.2.1. Что такое энергоаудит?

Энергоаудит — это системный анализ энергопотребления организации, позволяющий выявить точки наибольших потерь энергии и разработать план мероприятий по повышению энергоэффективности.

Цели энергоаудита в больнице:

1. Определить фактическое энергопотребление
2. Выявить источники нерационального использования энергии

3. Разработать мероприятия по энергосбережению
4. Оценить экономическую эффективность мероприятий

4.2.2. Этапы энергоаудита

Этап 1: Сбор данных

- Сбор счетов за электроэнергию, тепло, воду за 1-3 года
- Снятие показаний счетчиков в различных зонах/отделениях
- Изучение технической документации (планы зданий, схемы инженерных систем)

Этап 2: Обследование

- Осмотр зданий, систем отопления, вентиляции, кондиционирования
- Осмотр осветительных приборов
- Осмотр медицинского оборудования (возраст, состояние, режимы работы)
- Интервью с персоналом о режимах работы и проблемах

Этап 3: Анализ и расчеты

- Расчет удельного энергопотребления ($\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2/\text{год}$)
- Выявление точек наибольших потерь (энергетический «паспорт» здания)
- Оценка потенциала энергосбережения

Этап 4: Разработка мероприятий

- Определение приоритетных мероприятий (по экономической эффективности)
- Расчет затрат и экономии
- Оценка срока окупаемости

Этап 5: Внедрение и мониторинг

- Внедрение мероприятий
- Мониторинг фактической экономии
- Корректировка плана при необходимости

4.2.3. Терминология энергоаудита

Термин	Определение	Пример
Удельное энергопотребление	Энергопотребление на единицу площади или объема	$\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2/\text{год}$
Базовый год (Baseline)	Год, принятый за точку отсчета для сравнения	2023 год
Потенциал энергосбережения	Максимально возможное снижение энергопотребления	30%
Срок окупаемости	Время, за которое экономия от мероприятия покроет затраты на его внедрение	3 года
EUI (Energy Use Intensity)	Интенсивность использования энергии ($\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2/\text{год}$)	250 $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2/\text{год}$

Справочные значения EUI:

- Офисное здание: 150-200 кВт·ч/м²/год
- Больница: 250-400 кВт·ч/м²/год
- Операционные блоки: до 600 кВт·ч/м²/год

4.3. Освещение

4.3.1. Освещение в медицинских организациях: требования и проблемы

Требования к освещению в больницах:

- **Операционные:** 1000-2000 люкс (очень высокая освещенность для точной работы)
- **Палаты:** 100-300 люкс (комфортный уровень для пациентов)
- **Коридоры:** 150-200 люкс (безопасность перемещения)
- **Рабочие места врачей:** 300-500 люкс

Проблемы:

- Освещение работает круглосуточно (24/7) во многих зонах
- Традиционные лампы (люминесцентные, лампы накаливания) неэффективны
- Часто используется избыточное освещение (более высокий уровень, чем требуется)

4.3.2. Современные энергосберегающие технологии освещения

LED (светодиодное) освещение — золотой стандарт в больницах:

Параметр	LED	Люминесцентные лампы	Лампы накаливания
Эффективность (лм/Вт)	100-200	50-100	10-20
Срок службы (часов)	25 000-50 000	10 000-15 000	1 000-2 000
Содержание ртути	Нет	Есть	Нет
Требуется разогрев	Нет	Да	Нет
Мгновенное включение	Да	С задержкой	Да

Расчет экономии при переходе на LED:

- Люминесцентная лампа 36 Вт → LED 18 Вт
- При 24-часовой работе: экономия $18 \text{ Вт} \times 24 \text{ часа} \times 365 \text{ дней} = 157,7 \text{ кВт·ч/год}$ с одной лампы
- Для 1000 ламп: экономия 157,7 МВт·ч/год

Срок окупаемости LED-ламп:

- Стоимость LED-лампы: ~300 сом
- Стоимость люминесцентной лампы: ~100 сом
- Экономия электроэнергии: $\sim 200 \text{ кВт·ч/год} = \sim 1500 \text{ сом/год}$ (при тарифе 7,5 сом/кВт·ч)
- Срок окупаемости: 2-3 месяца!

Дополнительные преимущества LED:

- Не содержат ртути (упрощение утилизации)
- Не мерцают (меньше нагрузки на зрение)
- Доступны с регулируемой цветовой температурой (для разных зон)

4.3.3. Системы автоматического управления освещением

1. Датчики движения

- Включают свет только тогда, когда в помещении есть люди
- Экономия до 40-60% в коридорах, туалетах, подсобных помещениях

2. Датчики дневного света

- Автоматически снижают яркость электрического освещения при наличии естественного света
- Экономия до 30-50% в помещениях с окнами

3. Программируемые таймеры

- Автоматически отключают освещение в ночные часы (когда помещения не используются)
- Экономия до 20-30%

4. Системы «умного» здания (BMS)

- Интегрированное управление всеми системами освещения
- Оптимизация освещения в зависимости от времени суток, загрузки помещений, погоды

Расчет экономии для типовой больницы:

- Переход на LED: экономия 30-40% от затрат на освещение
- Установка датчиков движения: дополнительная экономия 15-20%
- ИТОГО: экономия 45-60% от затрат на освещение

4.4. HVAC (отопление, вентиляция, кондиционирование)

4.4.1. Почему HVAC так энергоемок в больницах?

Особенности HVAC в больницах:

1. **Постоянная работа:** системы работают 24/7/365, так как требуется постоянный воздухообмен и поддержание температуры
2. **Высокие требования к чистоте воздуха:** фильтрация HEPA (удаление частиц $>0,3$ мкм), поддержание положительного давления в критических зонах (операционные)
3. **Строгие параметры:** температура (18-26°C), влажность (30-60%), воздухообмен (6-12 раз в час)

Нормативы воздухообмена:

Помещение	Минимальная кратность воздухообмена	Примечание
Операционная	12-15 раз в час	Строгие требования к чистоте
Палата	2-4 раза в час	Минимальные требования
Процедурная	6-8 раз в час	Средние требования
Лаборатория	8-12 раз в час	Зависит от типа лаборатории

4.4.2. Современные технологии повышения энергоэффективности HVAC

1. Автоматизация HVAC (BMS — Building Management System)

Принцип работы: Система автоматически регулирует параметры HVAC в зависимости от:

- Температуры наружного воздуха
- Времени суток
- Загрузки помещений (присутствие людей)
- Влажности

Экономия: 15-25%

2. Частотно-регулируемые приводы (VFD)

Принцип: Регулируют скорость вращения вентиляторов и насосов в зависимости от потребности (вместо постоянной работы на 100% мощности).

Пример:

- В ночное время (мало пациентов) можно снизить мощность вентиляции на 30-40%
- Экономия: 20-30% от затрат на вентиляцию

3. Теплоутилизация (рекуперация тепла)

Принцип: Использование тепла отработанного воздуха для нагрева свежего воздуха.

Механизм:

- Теплообменник передает тепло от отработанного воздуха свежему
- В холодное время года свежий воздух подогревается без использования энергии
- Экономия: 15-25% от затрат на отопление

4. Использование природных источников энергии

- Геотермальные тепловые насосы (используют тепло земли)
- Солнечные коллекторы для подогрева воды
- Экономия: до 30-40% от затрат на отопление и горячую воду

5. Современная изоляция

- Утепление стен, окон, дверей
- Энергосберегающие окна (стеклопакеты)
- Экономия: 10-20% от затрат на отопление

4.5. Медицинское оборудование

4.5.1. Особенности энергопотребления медицинского оборудования

Оборудование	Мощность (кВт)	Режим работы	Особенности
МРТ	20-40 кВт (пик)	Периодическая (сеансы)	Огромные пиковые нагрузки
КТ	10-20 кВт (пик)	Периодическая	Также требует охлаждения
Рентген	5-15 кВт (пик)	Периодическая	Кратковременные пики
Автоклав	5-15 кВт	Периодическая (циклы)	Высокая температура
Инкубатор для новорожденных	0,5-1 кВт	Постоянная	Круглосуточная работа
Аппарат ИВЛ	0,5-1 кВт	Постоянная (у пациентов)	Критически важен
Диализный аппарат	1-2 кВт	Периодическая (4-6 часов)	Требуется подготовка воды

4.5.2. Мероприятия по повышению энергоэффективности оборудования

1. Замена устаревшего оборудования

- Новое оборудование часто на 20-40% энергоэффективнее
- Современные МРТ потребляют меньше энергии и требуют меньше жидкого гелия

2. Оптимизация режимов работы

- Не использовать оборудование в режиме ожидания (standby) без необходимости
- Выключать оборудование, когда оно не используется (если допустимо по клиническим протоколам)
- Использовать «спящий режим» для компьютеров и периферии

3. Утилизация тепла от оборудования

- Медицинское оборудование выделяет значительное количество тепла
- Это тепло может использоваться для отопления (в холодное время года)

4. Планирование использования оборудования

- Группировка процедур, чтобы оборудование не простаивало и не работало вхолостую
- Экономия: 5-10% от энергопотребления оборудования

4.6. Другие системы и общие рекомендации

4.6.1. Водоснабжение и стерилизация

- Автоклавы — крупные потребители энергии и воды
- Использование современных автоклавов с рекуперацией тепла
- Сбор и повторное использование воды для охлаждения (замкнутый цикл)

4.6.2. Организационные меры

1. Обучение персонала

- Как правильно использовать энергосберегающие режимы
- Важность выключения света и оборудования
- Мотивация персонала к энергосбережению

2. Мониторинг и отчетность

- Регулярный мониторинг энергопотребления по отделениям
- Сравнение с целевыми показателями
- Публикация результатов (здоровое соревнование между отделениями)

3. «Зеленые» команды

- Создание команд из сотрудников для инициатив по энергосбережению
- Регулярные встречи для обсуждения проблем и решений

5. РАСЧЕТНАЯ РАБОТА: ЭНЕРГОАУДИТ ТИПОВОГО ОТДЕЛЕНИЯ

5.1. Описание объекта

Объект: Типовое терапевтическое отделение больницы на 60 коек (3 этажа, по 20 коек на этаж).

Исходные данные:

Характеристики помещения:

- Общая площадь отделения: 1500 м² (по 500 м² на этаж)
- Высота потолков: 3,5 м
- Количество палат: 30 (по 2 койки)
- Количество коридоров: 3 (по одному на этаж, длина 40 м, ширина 3 м)
- Количество процедурных кабинетов: 3 (по одному на этаж, площадь 20 м² каждый)
- Оконные проемы: есть, но старые, без энергосберегающих стеклопакетов

Освещение:

- Палаты: 30 палат × 2 люминесцентные лампы по 36 Вт (работают 24/7)
- Коридоры: 3 коридора × 10 светильников по 36 Вт (работают 24/7, но в ночные часы можно снизить яркость)

- Процедурные: 3 кабинета $\times$ 4 люминесцентные лампы по 36 Вт (работают 12 часов в день, с 8:00 до 20:00)
- Административные помещения (3 комнаты по 15 м²): 3 $\times$ 2 лампы по 36 Вт (работают 8 часов в день)

HVAC:

- Система: центральное водяное отопление от городской сети (стоимость — по тарифу)
- Вентиляция: приточно-вытяжная с механическим побуждением, без рекуперации тепла
- Вентиляторы: 3 вентилятора (по одному на этаж), мощность 2,5 кВт каждый
- Режим работы вентиляции: круглосуточно (24/7)
- Установленные окна: старые, деревянные, с плохой герметизацией

Медицинское оборудование (основное):

- 3 электрокардиографа (мощность 0,2 кВт каждый, используются 4 часа в день)
- 2 УЗИ-аппарата (мощность 0,5 кВт, используются 4 часа в день)
- 1 портативный рентген-аппарат (мощность 10 кВт, используется 1 час в день в среднем)
- 1 стерилизационный автоклав (мощность 8 кВт, используется 6 часов в день)
- 5 инфузионных насосов (мощность 0,1 кВт каждый, работают 24/7)
- Компьютеры: 10 (мощность 0,2 кВт каждый, работают 12 часов в день, 6 в режиме ожидания 12 часов)
- Бытовое оборудование: электрический чайник 2 кВт (используется 1 час в день), холодильник 0,3 кВт (24/7)

Тарифы на энергию (учебные):

- Электроэнергия: 7,5 сом/кВт·ч
- Тепловая энергия: 2000 сом/Гкал

Нормативные значения:

- Удельное энергопотребление: 300 кВт·ч/м²/год (среднее для больниц)
- Температурный режим: +22°C в холодное время года (180 дней), +18°C в переходные периоды

5.2. Задания для расчета (работа в группах)

Задание 1. Расчет энергопотребления освещения (все группы — обязательное базовое задание)

1. Рассчитайте годовое энергопотребление освещения в отделении (в кВт·ч/год).
2. Рассчитайте годовые затраты на освещение.

Задание 2. Расчет энергопотребления HVAC (распределение по группам)

- Группа А: Рассчитайте энергопотребление вентиляции за год.
- Группа Б: Рассчитайте тепловые потери через окна и двери (ориентировочно, с использованием упрощенных коэффициентов).
- Группа В: Рассчитайте стоимость отопления за год (при известном расходе тепла).

Задание 3. Расчет энергопотребления медицинского оборудования (все группы)

Рассчитайте годовое энергопотребление всего медицинского оборудования (в кВт·ч/год) и его долю в общем энергопотреблении отделения.

Задание 4. Разработка энергосберегающих мероприятий (все группы)

1. Предложите 3-5 мероприятий по повышению энергоэффективности отделения с указанием:
 - Мероприятие (что именно предлагается сделать)
 - Инвестиции (стоимость реализации)
 - Годовая экономия энергии (кВт·ч/год)
 - Срок окупаемости (лет)
2. Приоритизируйте мероприятия по сроку окупаемости (от самого короткого к самому длинному).
3. Рассчитайте общий потенциал энергосбережения и срок окупаемости всего пакета мероприятий.

5.3. Вспомогательные данные для расчетов

5.3.1. Расход энергии на освещение (формула)

text

$$\mathcal{E} = P \times n \times t \times 365 / 1000$$

Где:

- $\mathcal{E}$ — годовое энергопотребление (кВт·ч/год)
- P — мощность одной лампы (Вт)
- n — количество ламп
- t — среднее время работы в сутки (часы)

Нормативы освещенности для больниц:

Помещение	Рекомендуемая освещенность (люкс)	Мощность LED (Вт/м²)	Мощность люминесцентных (Вт/м²)
Палата	100-300	10-15	20-30
Коридор	150-200	15-20	30-40

Процедурная	300-500	20-30	40-60
Административная комната	300-500	20-30	40-60

5.3.2. Расход энергии на вентиляцию (формула)

$$\mathcal{E} = P \times t \times 365 / 1000$$

Где:

- $\mathcal{E}$ — годовое энергопотребление (кВт·ч/год)
- P — суммарная мощность вентиляторов (кВт)
- t — среднее время работы в сутки (часы)

5.3.3. Тепловые потери через ограждающие конструкции (ориентировочная формула)

$$Q = q \times S \times (T_{\text{внутри}} - T_{\text{снаружи}}) \times 24 \times n_{\text{дней}} \times 0,86$$

Где:

- Q — теплопотери за отопительный период (Гкал)
- q — удельная тепловая характеристика здания (для больниц: 0,35-0,45 Вт/м³·°C)
- S — объем здания (м³)
- $T_{\text{внутри}}$ — температура внутри (+22°C)
- $T_{\text{снаружи}}$ — средняя температура наружного воздуха за отопительный период (для Бишкека: ~ -5°C)
- $n_{\text{дней}}$ — количество дней отопительного периода (для Бишкека: 180 дней)
- 0,86 — переводной коэффициент (Вт → Гкал/ч)

Справочные данные (для Бишкека):

- Длительность отопительного сезона: 180 дней
- Средняя температура в отопительный период: -5°C
- Нормативная температура внутри: +22°C

5.3.4. Стоимость электроэнергии и тепла

Тарифы (ориентировочные для учебных расчетов):

- Электроэнергия для юридических лиц: 7,5 сом/кВт·ч (включая НДС)
- Тепловая энергия: 2000 сом/Гкал

5.4. Пример расчета

Пример расчета освещения (для палат)

Исходные данные:

- 30 палат × 2 люминесцентные лампы по 36 Вт

[illegible]

ров									
Освещение процедурных									
Вентиляция									
Отопление									
Медицинское оборудование									
ИТОГО									

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Базовый уровень:

1. Какие системы в больнице потребляют больше всего энергии?
2. Что такое энергоаудит и какие его основные этапы?
3. Какое освещение является наиболее энергоэффективным для больниц?
4. Каковы нормативные требования к воздухообмену в операционных?
5. Какой метод позволяет снизить затраты на вентиляцию в ночные часы?

Продвинутый уровень:

1. Рассчитайте годовое энергопотребление светодиодного светильника мощностью 18 Вт, работающего 24/7.
2. Какие мероприятия по энергосбережению имеют самый короткий срок окупаемости?
3. Как можно использовать тепло, выделяемое медицинским оборудованием?
4. Какие факторы влияют на энергоэффективность систем вентиляции в больницах?
5. Разработайте чек-лист для проведения энергоаудита терапевтического отделения.

8. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Проведите мини-энергоаудит вашего учебного корпуса или квартиры:
 - Составьте список всех осветительных приборов
 - Рассчитайте их общее энергопотребление (кВт·ч/год)
 - Предложите мероприятия по снижению энергопотребления с расчетом экономии

- Используя открытые источники, найдите информацию об энергосберегающих проектах в больницах Кыргызстана. Подготовьте краткий обзор (1-2 страницы).

9. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Критерий	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно
Точность расчетов	Все расчеты выполнены правильно, с обоснованием	Большинство расчетов правильные, с небольшими ошибками	Много ошибок в расчетах
Выявление точек потерь	Точно выявляет все основные точки потерь	Выявляет большинство точек потерь	Выявляет только очевидные точки
Разработка мероприятий	Конкретные, реалистичные, с расчетом экономии	Реалистичные, но не всегда с расчетом	Неполные или нереалистичные
Экономическая оценка	Правильно рассчитывает срок окупаемости	Правильно рассчитывает, но с ошибками	Не рассчитывает или ошибается
Работа в группе	Активно участвует, вносит ценные предложения	Участвует, но не всегда инициативен	Пассивен или доминирует

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

- Abu-Hashem A, Saadeh D, Qutishat A, et al. Strategies for enhancing energy efficiency in healthcare facilities: a case study. *Energy Procedia*. 2019;157:105-118. doi:10.1016/j.egypro.2018.11.171
- International Energy Agency (IEA). *Energy Efficiency in Healthcare Buildings*. Paris: IEA; 2022.

Дополнительная литература:

- U.S. Department of Energy. *Energy Efficiency in Hospitals: A Guide for Healthcare Facilities*. Washington, DC: DOE; 2018.
- Health Care Without Harm. *Energy Efficiency in Hospitals: Best Practices and Case Studies*. Arlington, VA: Health Care Without Harm; 2021.
- World Health Organization. *Energy Efficiency in Healthcare Facilities*. Geneva: WHO; 2022.
- American Society for Healthcare Engineering (ASHE). *Energy Efficiency and Healthcare*. Chicago, IL: ASHE; 2023.
- Kyrgyz Republic, Ministry of Energy. *National Energy Efficiency Plan 2022-2025*. Bishkek; 2022.
- The Climate Group. *Hospitals Leading the Way to a Low-Carbon Future*. New York: The Climate Group; 2020.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6

Тема: Водосбережение и управление сточными водами в медицинских организациях

Продолжительность: 90 минут

Форма проведения: Решение кейсов по водному следу

1. ЦЕЛИ ЗАНЯТИЯ

Цель:

Сформировать у студентов практические навыки оценки водопотребления медицинских организаций, выявления точек нерационального использования воды и разработки мероприятий по водосбережению и управлению сточными водами.

Задачи:

1. Изучить основные направления водопотребления в медицинских организациях.
2. Освоить методы оценки водного следа медицинской деятельности.
3. Научиться выявлять точки наибольшего водопотребления и потерь воды.
4. Изучить проблемы сточных вод медицинских организаций (микрозагрязнители, антибиотикорезистентность).
5. Разработать практические мероприятия по водосбережению и улучшению качества сточных вод.

2. СТУДЕНТ ДОЛЖЕН

Знать:

- Основные направления водопотребления в медицинских организациях.
- Методы оценки водного следа медицинской деятельности.
- Проблемы сточных вод медицинских организаций (антибиотики, гормоны, цитостатики, тяжелые металлы).
- Технологии водосбережения (аэраторы, бесконтактные смесители, замкнутые циклы охлаждения).
- Нормативные требования к качеству сточных вод медицинских организаций в КР.

Уметь:

- Проводить простую оценку водопотребления медицинской организации.
- Выявлять точки нерационального использования воды.
- Разрабатывать мероприятия по водосбережению с расчетом экономической эффективности.

- Оценивать риски, связанные с загрязнением сточных вод.
- Предлагать решения по улучшению качества сточных вод.

Владеть:

- Навыками расчета водопотребления медицинской организации.
- Методами выявления водных потерь.
- Навыками разработки водосберегающих мероприятий.
- Навыками оценки экологических рисков сточных вод.

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 материалам предыдущих занятий. Обсуждение: "Сколько воды, по вашему мнению, расходует больница на 400 коек в день?"
3. Блок информации для студентов	20 мин	Мини-лекция по водопотреблению в медицине, водному следу, проблемам сточных вод и технологиям водосбережения
4. Решение кейсов (работа в группах)	35 мин	Студенты делятся на 3-4 группы. Каждая группа получает кейс и выполняет расчеты и разрабатывает мероприятия
5. Презентация решений групп	15 мин	Каждая группа представляет свои расчеты и рекомендации (по 4-5 минут)
6. Заключительная часть	5 мин	Подведение итогов, контрольные вопросы, домашнее задание

4. БЛОК ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

4.1. Актуальность проблемы водопотребления в медицине

4.1.1. Почему вода важна для медицинских организаций?

Вода в медицинских организациях используется для:

- **Питьевых нужд** пациентов и персонала
- **Гигиенических процедур** (душ, мытье рук, уборка помещений)
- **Медицинских процедур** (диализ, промывание ран, приготовление растворов)
- **Стерилизации** (автоклавы, мойка инструментов)
- **Стирки белья** (больничное белье стирается ежедневно при высоких температурах)
- **Охлаждения оборудования** (МРТ, КТ, рентгеновские установки, лазеры)
- **Систем отопления и кондиционирования**

Масштабы водопотребления:

- Больница на 400 коек может расходовать 1000-2000 м³ воды в день
- В среднем: 500-700 литров воды на койку в день
- Для сравнения: среднестатистический житель Кыргызстана расходует 150-200 литров воды в день

4.1.2. Водный след медицинской деятельности

Водный след (Water Footprint) — это общий объем пресной воды, используемой для производства товаров или услуг на протяжении всего жизненного цикла.

Для медицины водный след включает:

- **Прямое водопотребление:** вода, используемая непосредственно в медицинской организации
- **Косвенное водопотребление:** вода, используемая для производства лекарств, медицинских изделий, продуктов питания для пациентов

Примеры косвенного водного следа:

- Производство одного комплекта хирургических перчаток требует более 100 литров воды
- Производство одной таблетки парацетамола — около 10 литров воды
- Производство 1 кг медицинского хлопка — 10 000-20 000 литров воды

4.1.3. Особенности водоснабжения медицинских организаций в Кыргызстане

Актуальные проблемы:

- Дефицит воды в летний период (особенно в южных регионах)
- Перебои с водоснабжением (изношенные сети)
- Недостаточное качество воды (необходимость дополнительной очистки, особенно для диализа и стерилизации)
- Устаревшее оборудование (протекающие краны, старая сантехника)

Дефицит воды в Центральной Азии:

- Центральная Азия — один из регионов с наиболее высоким уровнем водного стресса в мире
- Прогнозируется дальнейшее ухудшение ситуации из-за изменения климата (таяние ледников, уменьшение стока рек)
- Медицинские организации должны быть готовы к дефициту воды и иметь планы водосбережения

4.2. Основные направления водопотребления в медицинских организациях

4.2.1. Структура водопотребления типичной больницы

Назначение	Доля в общем	Особенности
------------	--------------	-------------

	водопотреблении	
Хозяйственно-бытовые нужды (душевые, туалеты, мытье рук, уборка)	40-50%	Основной потребитель. Зависит от количества пациентов и персонала
Медицинские процедуры (диализ, промывание ран, приготовление растворов)	15-20%	Требует высокого качества воды
Стирка белья	15-20%	Высокий расход воды (30-40 литров на 1 кг белья)
Системы охлаждения оборудования (МРТ, КТ)	10-15%	Часто используется одноразовая (проточная) вода
Лаборатории	5-10%	Требуют сверхчистой воды (дистиллированная, деионизированная)

4.2.2. Нормативные показатели водопотребления

Тип медицинской организации	Водопотребление (литров на койку/день)
Многопрофильная больница	500-700
Родильный дом	600-800
Психиатрическая больница	400-600
Туберкулезный диспансер	700-900
Поликлиника (на 1 посещение)	15-20

4.3. Проблемы сточных вод медицинских организаций

4.3.1. Качественный состав сточных вод больниц

Сточные воды медицинских организаций содержат широкий спектр загрязнителей:

Группа загрязнителей	Примеры	Последствия
Биологические	Патогенные бактерии, вирусы, яйца гельминтов, грибки	Инфекционные заболевания при попадании в водоисточники
Фармацевтические	Антибиотики, гормоны, цитостатики (противораковые), анальгетики, психотропные препараты	Развитие антибиотикорезистентности, эндокринные нарушения у водных организмов, мутагенные эффекты
Химические	Дезинфицирующие средства (хлор, формальдегид), тяжелые металлы (ртуть, свинец, кадмий), растворители	Токсическое действие на водные организмы, накопление в пищевых цепях
Радиоактивные	Изотопы (йод-131, технеций-99 и др.)	Радиационное поражение при попадании в водоисточники
Органические	Кровь, моча, кал, белки, жиры	Повышенное потребление кислорода (эвтрофикация водоемов)

4.3.2. Проблема микрозагрязнителей (фармацевтических веществ)

Микрозагрязнители — это вещества, присутствующие в сточных водах в очень малых концентрациях (нг/л — мкг/л), но способные оказывать биологическое действие.

Особенности фармацевтических микрозагрязнителей:

- Многие лекарства плохо разлагаются в окружающей среде (персистентные)
- Обычные очистные сооружения не рассчитаны на их удаление
- Даже в малых концентрациях они могут оказывать биологическое действие:
 - **Антибиотики** способствуют развитию антибиотикорезистентности в природной среде (резервуары генов устойчивости)
 - **Гормоны** (эстрогены) вызывают феминизацию рыб и других водных организмов
 - **Цитостатики** (противораковые) мутагенные и канцерогенные

Пример:

Концентрации антибиотиков в сточных водах больниц могут достигать 10-100 мкг/л для отдельных препаратов (ципрофлоксацин, амоксициллин). Даже после прохождения через очистные сооружения, концентрации могут оставаться на уровне 0,1-1 мкг/л. Это способствует развитию устойчивости у бактерий в природной среде, которые затем могут передавать гены устойчивости патогенным бактериям.

4.3.3. Антибиотикорезистентность и сточные воды

Связь сточных вод и антибиотикорезистентности:

1. Больницы — основной источник антибиотиков в сточных водах (метаболиты пациентов, остатки препаратов)
2. В сточных водах присутствуют высокие концентрации антибиотиков (сублетальные дозы)
3. Это создает условия для развития устойчивости у бактерий (селективное давление)
4. Устойчивые бактерии и гены устойчивости попадают в окружающую среду
5. Затем они могут передаваться патогенным бактериям (горизонтальный перенос генов)
6. Возникает проблема: устойчивость к антибиотикам, которые используются для лечения инфекций

Пути решения:

- Сбор и специальная утилизация просроченных и неиспользованных лекарств (не сливать в унитаз!)
- Внедрение эффективных методов очистки сточных вод (озонирование, мембранные технологии)
- Управление антибиотиками: использование только по показаниям, сокращение нерационального использования

4.4. Технологии водосбережения в медицинских организациях

4.4.1. Водосберегающая сантехника

Технология	Принцип	Экономия воды	Срок окупаемости
Аэраторы на кранах	Смешивают воду с воздухом,	30-40%	2-6 месяцев

	сохраняя ощущение напора при меньшем расходе		
Бесконтактные смесители (сенсорные)	Включаются только при поднесении рук, исключают потери воды	40-60%	1-2 года
Двухрежимные унитазы	Два режима смыва (полный и экономичный)	30-50%	1-3 года
Безводные писсуары	Используют специальную жидкость-затвор вместо воды для смыва	100% (не используют воду)	2-4 года
Экономичные душевые лейки	Ограничивают расход воды до 6-9 л/мин (вместо 12-15 л/мин)	30-40%	1-2 года

4.4.2. Современные системы водоснабжения

1. Системы замкнутого цикла охлаждения

Принцип: Вода, используемая для охлаждения оборудования (МРТ, КТ), не сбрасывается, а охлаждается и используется повторно.

Экономия: 70-90% воды, используемой для охлаждения.

Пример:

Вместо проточной воды (расход 1000-2000 литров в день для МРТ) устанавливается система с градирней, которая охлаждает и повторно использует воду.

2. Сбор и использование дождевой воды

Принцип: Дождевая вода с крыш собирается, очищается и используется для технических нужд (полив, смыв в туалетах).

Экономия: 10-20% от общего водопотребления.

3. Повторное использование воды (серые воды)

Принцип: Вода после стирки или мытья рук (не содержащая патогенов) очищается и используется для смыва в туалетах или полива.

Экономия: 20-30% от общего водопотребления.

4.4.3. Организационные меры водосбережения

1. Учет и мониторинг

- Установка счетчиков воды на всех вводах и в отделениях
- Регулярный анализ водопотребления
- Выявление аномалий (протечки, нерациональное использование)

2. Обучение персонала

- Инструктаж по экономии воды
- Мотивация к водосбережению
- Сообщение о протечках и неисправностях

3. Техническое обслуживание

- Своевременный ремонт протекающих кранов и труб
- Замена устаревшей сантехники
- Регулярные проверки на утечки

4. Оптимизация процессов

- Внедрение эффективных методов стирки (сокращение циклов, использование современных машин)
- Оптимизация стерилизационных циклов (сокращение воды для автоклавов)
- Использование альтернативных методов дезинфекции (пар, УФ)

4.5. Управление сточными водами в медицинских организациях

4.5.1. Основные принципы управления сточными водами

1. Разделение потоков сточных вод

- Отдельно собирать высокозагрязненные воды (диализ, лаборатории, инфекционные отделения)
- Смешивать только после предварительной очистки

2. Предварительная очистка на месте

- Для химических и токсичных отходов: нейтрализация
- Для инфекционных отходов: дезинфекция (химическая, термическая)
- Для тяжелых металлов: осаждение и удаление осадка

3. Мониторинг качества

- Регулярный контроль качества сточных вод (микробиология, химический состав, фармацевтические вещества)
- Сравнение с нормативными значениями

4.5.2. Методы очистки сточных вод медицинских организаций

Метод	Принцип	Эффективность	Применение
Механическая очистка	Отстаивание, фильтрация	Удаление взвешенных частиц (30-50% органики)	Предварительная очистка
Биологическая очистка	Активный ил, аэротенки	Удаление органики (80-95%), частично фармацевтических веществ	Основная очистка
Химическая очистка	Коагуляция, флокуляция, озонирование	Удаление фармацевтических веществ (50-90%), дезинфекция	Дополнительная очистка
Мембранные технологии	Нанопольтрация, обратный осмос	Удаление 95-99% загрязнителей, включая фармацевтические вещества	Третичная очистка

Адсорбция (активированный уголь)	Удаление органических веществ	Высокая эффективность для фармацевтических веществ	Третичная очистка
--	-------------------------------------	--	----------------------

4.5.3. Нормативные требования к качеству сточных вод в Кыргызстане

В Кыргызской Республике качество сточных вод медицинских организаций регулируется:

- Санитарными нормами и правилами (СанПиН)
- Техническими регламентами
- Водным кодексом КР

Основные требования:

- Обеззараживание сточных вод (содержание кишечной палочки не более 1000 КОЕ/100 мл)
- Контроль химического состава (БПК, ХПК, рН, взвешенные вещества)
- Запрет на сброс неочищенных сточных вод в открытые водоемы

5. КЕЙСЫ ДЛЯ РАБОТЫ В ГРУППАХ

Кейс №1 (Группа А): Оценка водопотребления терапевтического отделения

Ситуация:

Терапевтическое отделение на 60 коек в городской больнице.

Исходные данные:

Потребитель	Количество	Расход воды	Режим работы
Палаты (60 коек)	60 пациентов	150 л/койка/день (хозяйственно-бытовые нужды)	Круглосуточно
Персонал	30 человек	40 л/человек/день	8-часовые смены
Душевые	4 кабины	15 л/мин × 10 мин × 20 человек/день	8:00-20:00
Туалеты	10 унитазов	6 л/смыв × 50 смывов/день	Круглосуточно
Умывальники	15 шт.	5 л/мин × 5 мин × 40 человек/день	8:00-20:00
Стирка	100 кг белья/день	40 л/кг белья	1 смена (8 часов)
Процедурная	1 кабинет	50 л/день (мойка инструментов, гигиена)	8:00-20:00
Кухня	1	100 л/день	8:00-18:00
Протечки (зафиксированы)	3 крана	10 л/час каждый	Круглосуточно

Задания для группы:

1. Рассчитайте:

- Общее суточное водопотребление отделения (в м³/день и литрах/день)

- Долю каждого потребителя в общем водопотреблении (в процентах)
 - Удельное водопотребление (литров на койку/день)
2. **Выявите:**
- Основные точки водопотребления (где расходуется больше всего воды)
 - Точки потерь (непроизводительное использование воды)
3. **Разработайте мероприятия по водосбережению:**
- 3-5 конкретных мероприятий с расчетом экономии воды (в м³/день и %)
 - Оцените приблизительную стоимость внедрения каждого мероприятия
 - Определите приоритетность (срок окупаемости)
4. **Разработайте программу обучения персонала по водосбережению (тезисно).**

Кейс №2 (Группа Б): Сточные воды — проблема микрозагрязнителей

Ситуация:

Больница на 400 коек, в составе которой есть:

- Терапевтическое отделение (100 коек)
- Хирургическое отделение (80 коек)
- Отделение интенсивной терапии (20 коек)
- Онкологическое отделение (50 коек)
- Лаборатория
- Отделение диализа (10 аппаратов)

Исходные данные:

- В больнице ежедневно используется широкий спектр антибиотиков (пенициллины, цефалоспорины, фторхинолоны, карбапенемы)
- Используются цитостатики (противораковые препараты) в онкологическом отделении
- Сточные воды сбрасываются в городскую канализацию без предварительной очистки
- Городские очистные сооружения не предназначены для удаления фармацевтических веществ

Задания для группы:

1. **Определите риски:**
- Какие загрязнители присутствуют в сточных водах больницы?
 - Какие экологические и эпидемиологические риски они создают?

- Каков риск развития антибиотикорезистентности в окружающей среде?
- 2. **Предложите меры по снижению загрязнения сточных вод:**
 - Меры на уровне больницы (изменение практик использования лекарств, сбор просроченных препаратов)
 - Меры на уровне системы очистки (какие технологии можно внедрить?)
 - Меры по утилизации цитостатиков (особый подход из-за их мутагенного и канцерогенного действия)
- 3. **Разработайте политику больницы по обращению с фармацевтическими отходами:**
 - Как собирать просроченные и неиспользованные лекарства?
 - Как информировать персонал о правильной утилизации?
 - Как контролировать соблюдение правил?
- 4. **Предложите систему мониторинга:**
 - Какие параметры нужно контролировать в сточных водах?
 - С какой периодичностью?
 - Какие методы анализа можно использовать?

Кейс №3 (Группа В): Водосбережение в отделении диализа

Ситуация:

Отделение гемодиализа на 10 аппаратов. Ежедневно проводится 20 сеансов диализа (по 4 часа каждый). Вода используется для:

1. Приготовления диализного раствора (ультрачистая вода)
2. Промывки и регенерации диализаторов
3. Охлаждения оборудования
4. Бытовых нужд пациентов и персонала

Исходные данные:

- На один сеанс диализа требуется 120-150 литров ультрачистой воды
- Система обратного осмоса имеет коэффициент полезного использования воды 50-60% (40-50% воды сбрасывается в дренаж как концентрат)
- Вода для охлаждения оборудования используется в проточном режиме (20-30 литров в минуту)
- Сточные воды содержат высокие концентрации мочевины, креатинина, электролитов, а также антибиотики (используются для профилактики инфекций)

Задания для группы:

1. Рассчитайте:

- Суточное потребление ультрачистой воды для диализа (10 аппаратов × 2 сеанса × 120 л)
- Общее потребление воды для системы обратного осмоса (с учетом коэффициента 50-60%)
- Водопотребление для охлаждения (при условии работы 10 часов в день)
- Общее суточное водопотребление отделения

2. Предложите мероприятия по водосбережению:

- Модернизация системы обратного осмоса для увеличения коэффициента использования (70-80%)
- Замена проточной системы охлаждения на замкнутый цикл
- Сбор и использование воды для технических нужд (полив, смыв в туалетах)
- Внедрение более эффективных диализаторов

3. Оцените экономический эффект:

- Годовая экономия воды (при внедрении всех мероприятий)
- Срок окупаемости инвестиций

4. Предложите план мониторинга качества воды:

- Какие параметры нужно контролировать?
- С какой периодичностью?
- Как документировать результаты?

Кейс №4 (Группа Г): Комплексная программа водосбережения больницы

Ситуация:

Руководство больницы на 400 коек приняло решение разработать комплексную программу водосбережения. Больница расположена в регионе с дефицитом воды в летние месяцы. Требуется снизить водопотребление на 30% в течение 3 лет.

Исходные данные:

Потребитель	Доля в водопотреблении	Инвестиционный потенциал
Хозяйственно-бытовые нужды	45%	Высокий (замена сантехники, счетчики)
Стирка белья	20%	Средний (модернизация прачечной)
Медицинские процедуры (включая диализ)	18%	Высокий (технологии замкнутого цикла)
Охлаждение оборудования	10%	Высокий (замкнутые системы)
Прочее (кухня, лаборатории)	7%	Средний

Задания для группы:

1. Разработайте комплексную программу водосбережения:

- Цели и задачи программы
- Мероприятия по каждому направлению (с указанием ответственных)
- График внедрения (поэтапный)
- Бюджет (ориентировочный) и источники финансирования

2. Рассчитайте потенциал водосбережения:

- Ожидаемое снижение водопотребления по каждому мероприятию (в % и м³/год)
- Общее снижение водопотребления (в % и м³/год)

3. Разработайте систему мониторинга и отчетности:

- Как отслеживать прогресс?
- Как часто проводить измерения?
- Как информировать руководство и персонал?

4. Разработайте программу мотивации персонала:

- Как вовлечь персонал в программу водосбережения?
- Какая система поощрений может быть эффективной?

6. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ: ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РАСЧЕТОВ

6.1. Формулы для расчета водопотребления

1. Расчет суточного водопотребления:

text

$$Q_{\text{сут}} = \sum (n_i \times q_i \times t_i)$$

Где:

- $Q_{\text{сут}}$ — суточное водопотребление (л/сут)
- n_i — количество потребителей (человек, единиц оборудования)
- q_i — удельный расход воды на одного потребителя (л/ед/сут)
- t_i — время работы (часы/сут)

2. Расчет годового водопотребления:

text

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{сут}} \times 365$$

3. Расчет экономии от водосберегающих мероприятий:

text

$$Q_{\text{экон}} = Q_{\text{до}} - Q_{\text{после}}$$

Где $Q_{\text{до}}$ и $Q_{\text{после}}$ — водопотребление до и после внедрения мероприятия.

4. Расчет экономического эффекта:

text

$$\mathcal{E} = Q_{\text{экон}} \times C_{\text{вода}}$$

Где $C_{\text{вода}}$ — стоимость 1 м³ воды (включая водоотведение).

5. Срок окупаемости инвестиций:

text

$$\text{Срок}_{\text{окупаемости}} = I / \mathcal{E}_{\text{год}}$$

Где I — инвестиции (сом), $\mathcal{E}_{\text{год}}$ — годовая экономия (сом/год).

6.2. Справочные данные для расчетов

Удельные нормы водопотребления (для медицинских организаций):

Потребитель	Норма расхода воды (л/ед/сут)	Примечание
1 койка в больнице	500-700	В зависимости от типа отделения
1 посещение поликлиники	15-20	С учетом гигиены
1 кг больничного белья	30-40	Стирка при высоких температурах
1 сеанс гемодиализа	200-300 (включая обратный осмос)	С учетом отбраковки воды
1 диализный аппарат	20-30 л/мин для охлаждения	Проточная система
1 операция	100-200	Мойка инструментов, гигиена

Стоимость водоснабжения и водоотведения (учебные тарифы для Кыргызстана):

- Водоснабжение: 7-15 сом/м³
- Водоотведение: 5-8 сом/м³
- Итого: 12-18 сом/м³

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Базовый уровень:

1. Каковы основные направления водопотребления в медицинских организациях?
2. Сколько воды в среднем расходует больница на одну койку в день?
3. Какие загрязнители присутствуют в сточных водах больниц?
4. Что такое микрозагрязнители и почему они опасны?
5. Какие простые меры позволяют снизить водопотребление в больнице?

6. Какую роль играет обучение персонала в водосбережении?

Продвинутый уровень:

1. Каков механизм связи между сточными водами больниц и антибиотикорезистентностью?
2. Какие технологии очистки сточных вод наиболее эффективны для удаления фармацевтических веществ?
3. Как вы оцениваете возможность внедрения системы сбора дождевой воды в больнице Кыргызстана?
4. Какие меры по управлению сточными водами можно внедрить в отделении интенсивной терапии?
5. Разработайте чек-лист для аудита водопотребления в больнице.

8. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. **Аудит водопотребления:** Проведите мини-аудит водопотребления в вашей квартире или учебном корпусе:
 - Составьте список всех точек водопотребления
 - Рассчитайте суточное и годовое водопотребление
 - Предложите мероприятия по водосбережению с расчетом экономии
2. **Исследование:** Используя открытые источники, найдите информацию о программах водосбережения в больницах мира. Подготовьте краткий обзор (1-2 страницы) наиболее интересных примеров.

9. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Критерий	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно
Точность расчетов водопотребления	Все расчеты выполнены правильно, с обоснованием	Большинство расчетов правильные, с небольшими ошибками	Много ошибок в расчетах
Выявление точек потерь и приоритетов	Точно выявляет все основные точки потерь, правильно приоритезирует	Выявляет большинство точек потерь	Выявляет только очевидные точки
Разработка водосберегающих мероприятий	Конкретные, реалистичные, с расчетом экономии и срока окупаемости	Реалистичные, но не всегда с расчетом	Неполные или нереалистичные
Решение кейса по сточным водам	Глубоко понимает проблему, предлагает комплексные решения	Понимает основные проблемы, предлагает	Понимает только базовые факты

		частичные решения	
Работа в группе	Активно участвует, вносит ценные предложения	Участвует, но не всегда инициативен	Пассивен или доминирует

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. World Health Organization. *Water Safety in Healthcare Facilities*. Geneva: WHO; 2021.
2. United Nations. *Water and Sanitation in Healthcare Facilities: Progress Report*. New York: UN; 2023.

Дополнительная литература:

3. Health Care Without Harm. *Water Efficiency in Healthcare*. Arlington, VA: Health Care Without Harm; 2022.
4. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Water Management in Healthcare Facilities*. Atlanta: CDC; 2023. <https://www.cdc.gov/healthywater/healthcare/>
5. Prüss-Ustün A, Wolf J, Bartram J, et al. Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene for selected adverse health outcomes: an updated analysis with a focus on low- and middle-income countries. *Int J Hyg Environ Health*. 2019;222(5):765-777.
6. World Health Organization. *Antibiotic Resistance and Wastewater: A Public Health Threat*. Geneva: WHO; 2022.
7. United Nations Development Programme (UNDP). *Water Scarcity in Central Asia: Challenges and Solutions*. New York: UNDP; 2023.
8. Kyrgyz Republic, Ministry of Health. *Sanitary Rules and Regulations for Healthcare Facilities* (СанПиН). Bishkek; 2020.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7

Тема: Эко-дизайн и устойчивые медицинские технологии. Критерии экологичности при закупках (green procurement)

Продолжительность: 90 минут

Форма проведения: Работа в малых группах с кейсами

1. ЦЕЛИ ЗАНЯТИЯ

Цель:

Сформировать у студентов практические навыки оценки экологичности медицинских изделий на основе принципов эко-дизайна и критериев «зеленых» закупок (green procurement) для принятия обоснованных решений при выборе медицинских продуктов и технологий.

Задачи:

1. Изучить принципы эко-дизайна в медицине и их применение к медицинским изделиям.
2. Освоить критерии экологичности при закупках медицинских продуктов (green procurement).
3. Научиться применять методологию оценки жизненного цикла (LCA) для сравнения медицинских изделий.
4. Развить навыки оценки экологических и экономических аспектов при выборе медицинских продуктов.
5. Сформировать умение разрабатывать рекомендации по «зеленым» закупкам для медицинских организаций.

2. СТУДЕНТ ДОЛЖЕН

Знать:

- Принципы эко-дизайна медицинских изделий (минимизация материалов, выбор экологичных материалов, энергоэффективность, возможность переработки, снижение токсичности).
- Критерии «зеленых» закупок (green procurement) в здравоохранении.
- Методологию оценки жизненного цикла (LCA) медицинских продуктов.
- Понятие общей стоимости владения (Total Cost of Ownership — TCO).
- Нормативно-правовые основы «зеленых» закупок в Кыргызстане и международный опыт.

Уметь:

- Оценивать экологичность медицинских изделий на основе критериев эко-дизайна.
- Применять критерии «зеленых» закупок для выбора медицинских продуктов.
- Сравнивать медицинские изделия с использованием упрощенной LCA.
- Разрабатывать рекомендации по «зеленым» закупкам для медицинской организации.
- Оценивать общую стоимость владения (ТСО) медицинских продуктов с учетом экологических факторов.

Владеть:

- Навыками оценки экологических аспектов медицинских изделий.
- Навыками разработки критериев «зеленых» закупок.
- Навыками сравнения медицинских продуктов по экологическим и экономическим критериям.
- Навыками подготовки рекомендаций по устойчивым закупкам.

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 материалам лекций №3 и №4. Обсуждение: "Что такое эко-дизайн? Какие критерии вы бы использовали при выборе медицинских изделий для больницы?"
3. Блок информации для студентов	20 мин	Мини-лекция по принципам эко-дизайна, критериям «зеленых» закупок и методологии оценки
4. Работа в группах с кейсами	35 мин	Студенты делятся на 3-4 группы. Каждая группа получает кейс по выбору медицинского изделия с использованием критериев эко-дизайна и «зеленых» закупок
5. Презентация решений групп	15 мин	Каждая группа представляет свои рекомендации (по 4-5 минут)
6. Заключительная часть	5 мин	Подведение итогов, контрольные вопросы, домашнее задание

4. БЛОК ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

4.1. Эко-дизайн в медицине: концепция и принципы

4.1.1. Что такое эко-дизайн?

Эко-дизайн (экологический дизайн) — это подход к проектированию продуктов, который учитывает воздействие на окружающую среду на всех этапах жизненного цикла:

от добычи сырья до производства, использования и утилизации. Цель эко-дизайна — минимизировать негативное воздействие на окружающую среду, сохраняя при этом функциональность, безопасность и качество продукта.

В контексте медицины эко-дизайн означает создание медицинских изделий, лекарств, оборудования и упаковки с учетом их экологического следа, при этом **безопасность пациента остается абсолютным приоритетом**.

4.1.2. Принципы эко-дизайна в медицине

Принцип	Что это значит	Пример в медицине
Минимизация материалов	Использовать меньше сырья для производства при сохранении функциональности	Уменьшение толщины упаковки при сохранении стерильности; использование минимально необходимого количества пластика
Выбор экологичных материалов	Использовать возобновляемые, перерабатываемые или биоразлагаемые материалы	Переход с поливинилхлорида (ПВХ) на полиэтилен или полипропилен для инфузионных систем
Энергоэффективность производства и использования	Снижать энергопотребление на всех этапах жизненного цикла	Использование солнечной энергии на заводах по производству медицинских изделий; энергоэффективные режимы работы оборудования
Увеличение срока службы	Проектировать изделия, которые служат дольше	Многоразовые хирургические инструменты из нержавеющей стали или титана
Возможность ремонта и модернизации	Изделия должны ремонтироваться, а не заменяться полностью	Модульное оборудование (КТ, МРТ), где можно заменять отдельные блоки вместо всей системы
Легкость разборки для переработки	Изделие должно легко разделяться на компоненты для переработки	Конструкция шприцев, где металл и пластик легко разделяются; использование однородных материалов
Снижение токсичности	Исключение опасных веществ или замена их на безопасные альтернативы	Замена ртутных термометров и тонометров на безопасные альтернативы; отказ от фталатов в медицинских изделиях
Управление отходами	Снижение объема отходов и обеспечение возможности переработки	Использование биоразлагаемых материалов для упаковки; разработка систем сбора и переработки использованных изделий

4.1.3. Почему эко-дизайн важен в медицине?

1. Масштаб проблемы

- Сектор здравоохранения генерирует около 4-5% глобальных выбросов парниковых газов

- Производство и утилизация медицинских изделий составляют значительную часть этого следа
- Только хирургические процедуры ежегодно генерируют миллионы тонн отходов

2. Ресурсные ограничения

- Многие материалы для медицинских изделий являются ограниченными ресурсами (редкоземельные металлы, нефть для пластика, платина)
- Эко-дизайн способствует более рациональному использованию ресурсов

3. Регуляторное давление

- Все больше стран вводят требования к экологичности медицинских продуктов
- В Европейском союзе действует Директива об экодизайне, которая распространяется и на медицинское оборудование

4. Экономическая выгода

- Эко-дизайн часто приводит к снижению затрат на производство и утилизацию
- Уменьшение упаковки снижает транспортные расходы и затраты на хранение
- Многоразовые изделия могут быть экономически выгоднее в долгосрочной перспективе

5. Корпоративная социальная ответственность

- Медицинские организации все чаще рассматриваются как лидеры в области устойчивого развития
- «Зеленые» закупки повышают репутацию медицинской организации

4.1.4. Эко-дизайн vs Традиционный дизайн в медицине

Аспект	Традиционный дизайн	Эко-дизайн
Приоритеты	Безопасность, эффективность, стоимость	Безопасность, эффективность + экологический след, устойчивость
Срок службы	Часто ориентирован на одноразовое использование	Ориентирован на долговечность или биоразлагаемость
Материалы	Выбор по функциональности и стоимости	Выбор с учетом экологического следа, переработки и токсичности
Упаковка	Избыточная упаковка для безопасности и маркетинга	Минимальная упаковка с использованием перерабатываемых материалов
Утилизация	Часто не учитывается на этапе проектирования	Интегрирована в дизайн: возможность переработки или безопасного разложения
Энергопотребление	Не всегда оптимизируется	Оптимизируется на всех этапах жизненного цикла

4.2. Оценка жизненного цикла (LCA) медицинских продуктов

4.2.1. Что такое LCA?

Оценка жизненного цикла (Life Cycle Assessment — LCA) — это методология количественной оценки воздействия продукта на окружающую среду на всех этапах его жизненного цикла: от добычи сырья до производства, транспортировки, использования и утилизации («от колыбели до могилы»).

4.2.2. Категории воздействия в LCA

LCA оценивает воздействие по нескольким категориям:

Категория воздействия	Единица измерения	Что измеряет
Глобальное потепление (углеродный след)	кг CO ₂ -эквивалента	Выбросы парниковых газов
Закисление (кислотные дожди)	кг SO ₂ -эквивалента	Выбросы SO ₂ , NO _x
Эвтрофикация	кг PO ₄ -эквивалента	Загрязнение воды питательными веществами
Истощение озонового слоя	кг CFC-эквивалента	Выбросы веществ, разрушающих озон
Парниковый эффект (фотохимический смог)	кг этилен-эквивалента	Образование приземного озона
Использование воды	м ³	Потребление пресной воды
Использование земли	м ² × год	Занимаемая площадь
Токсичность для человека	кг 1,4-дихлорбензол-эквивалента	Токсическое воздействие на человека
Токсичность для экосистем	кг 1,4-дихлорбензол-эквивалента	Токсическое воздействие на экосистемы

4.2.3. Упрощенная LCA для практического использования

В практике медицинских закупок часто используется **упрощенная LCA**, которая фокусируется на ключевых категориях воздействия, прежде всего:

1. **Углеродный след (выбросы CO₂-эквивалента)**
2. **Использование воды**
3. **Образование отходов**

Пример упрощенной LCA для хирургического халата:

Этап жизненного цикла	Одноразовый халат	Многоразовый халат
Производство	Высокий (изготовление из синтетических материалов)	Средний (хлопок, требующий выращивания и ткачества)
Транспортировка	Средний	Средний
Использование	Нет затрат (одноразовый)	Высокий (стирка, сушка, стерилизация — энергия, вода, химикаты)
Утилизация	Высокий (сжигание или захоронение)	Средний (конечная утилизация после многократного использования)
ИТОГО (углеродный след на 1 использование)	Зависит от региона!	Зависит от региона!

Вывод: В регионах с низкоуглеродной электроэнергией (гидроэнергия, атомная) многоразовые халаты экологичнее; в регионах с угольной энергетикой разница может быть меньше или даже обратной.

4.3. «Зеленые» закупки (Green Procurement) в здравоохранении

4.3.1. Что такое «зеленые» закупки?

«Зеленые» закупки (Green Public Procurement — GPP) — это процесс выбора товаров, услуг и работ с меньшим воздействием на окружающую среду на протяжении их жизненного цикла. В здравоохранении это означает, что при закупке медицинских изделий, лекарств, оборудования и услуг учитываются не только цена и технические характеристики, но и экологические критерии.

4.3.2. Критерии «зеленых» закупок в здравоохранении

1. Критерии по материалам:

Критерий	Что оценивается	Пример
Состав материалов	Использование экологичных, перерабатываемых, биоразлагаемых материалов	Предпочтение изделиям без ПВХ, фталатов, бисфенола А
Содержание вторичного сырья	Доля переработанных материалов в продукте	Пластик с содержанием переработанного материала >30%
Исключение опасных веществ	Отсутствие ртути, кадмия, свинца, фталатов, ПВХ	Термометры без ртути, системы без ПВХ
Биоразлагаемость	Способность материала разлагаться в природной среде	Биоразлагаемые мешки для сбора отходов

2. Критерии по упаковке:

Критерий	Что оценивается	Пример
Минимальная упаковка	Снижение объема упаковки при сохранении стерильности	Упаковка, оптимизированная по размеру
Перерабатываемая упаковка	Использование материалов, которые можно переработать	Упаковка из бумаги или картона вместо пластика
Отсутствие избыточной упаковки	Минимизация слоев упаковки	Отказ от внешней упаковки там, где она не нужна
Возвратная упаковка	Возможность возврата упаковки для повторного использования	Многоразовые транспортные контейнеры

3. Критерии по энергоэффективности:

Критерий	Что оценивается	Пример
Энергопотребление	Потребление энергии в режиме работы и ожидания	Маркировка энергоэффективности для оборудования
Энергосберегающие режимы	Наличие режимов экономии энергии	Автоматическое отключение при бездействии
Использование возобновляемой энергии	Использование солнечной, ветровой энергии при производстве	Сертификаты на «зеленую» энергию

4. Критерии по долговечности и ремонтпригодности:

Критерий	Что оценивается	Пример
Срок службы	Ожидаемый срок службы изделия	Минимальный срок службы не менее 5 лет

Наличие запасных частей	Доступность запасных частей для ремонта	Обещание производителя о наличии запчастей в течение 10 лет
Возможность ремонта	Возможность ремонта вместо замены	Модульная конструкция
Обновляемость	Возможность модернизации	Программное обновление вместо замены оборудования

5. Критерии по управлению отходами:

Критерий	Что оценивается	Пример
Возможность переработки	Способность продукта быть переработанным после использования	Инструкции по переработке
Программа возврата	Наличие у производителя программы возврата использованных изделий	Бесплатный возврат оборудования для переработки
Снижение отходов	Минимизация отходов на всех этапах	Продукты с минимальной упаковкой

6. Экологическая ответственность производителя:

Критерий	Что оценивается	Пример
Экологический менеджмент	Наличие системы экологического менеджмента	Сертификация ISO 14001
Социальная ответственность	Соблюдение трудовых и социальных прав	Сертификация SA8000
Прозрачность	Отчетность по экологическим показателям	Публичные отчеты об устойчивом развитии

4.3.3. Общая стоимость владения (Total Cost of Ownership — TCO)

При «зеленых» закупках важно учитывать **общую стоимость владения (TCO)**, а не только начальную цену продукта.

Компоненты TCO для медицинского изделия:

TCO = Цена покупки + Затраты на эксплуатацию + Затраты на обслуживание + Затраты на утилизацию

Пример расчета TCO для хирургического инструмента:

Компонент	Одноразовый инструмент (10 000 единиц/год)	Многоразовый инструмент (10 000 использований/год)
Цена покупки	$10\,000 \times 100 \text{ сом} = 1\,000\,000 \text{ сом}$	$10 \text{ шт.} \times 20\,000 \text{ сом} = 200\,000 \text{ сом}$
Стерилизация	0 сом	$10\,000 \times 10 \text{ сом} = 100\,000 \text{ сом/год}$
Обслуживание	0 сом	5 000 сом/год
Утилизация	$10\,000 \times 5 \text{ сом} = 50\,000 \text{ сом/год}$	$10 \text{ шт.} \times 500 \text{ сом} = 5\,000 \text{ сом}$ (конечная утилизация)
ИТОГО (1-й год)	1 050 000 сом	310 000 сом
Экономия (многоразовый)		740 000 сом/год

Вывод: Несмотря на более высокую начальную цену, многоразовый инструмент значительно экономичнее в долгосрочной перспективе (при условии качественной стерилизации и высокой оборачиваемости).

4.3.4. Этапы внедрения «зеленых» закупок

Шаг 1: Определение потребности

- Какое медицинское изделие или услуга требуется?
- Какие клинические требования?
- Есть ли возможность использовать многоразовое изделие вместо одноразового?

Шаг 2: Разработка экологических критериев

- Определить релевантные экологические критерии для данной категории продукта
- Установить минимальные требования и бонусные баллы
- Согласовать с клиническими специалистами и закупочным отделом

Шаг 3: Включение критериев в тендерную документацию

- Включить экологические критерии в техническое задание
- Запросить у поставщиков информацию по экологическим показателям (сертификаты, LCA, TCO)

Шаг 4: Оценка предложений

- Оценить предложения по клиническим, экономическим и экологическим критериям
- Использовать систему балльной оценки
- Учитывать TCO

Шаг 5: Выбор поставщика и заключение контракта

- Выбрать поставщика с наилучшим сочетанием цены, качества и экологических показателей
- Включить экологические обязательства в контракт

Шаг 6: Мониторинг и оценка

- Отслеживать выполнение экологических обязательств
- Оценивать достигнутую экономию
- Корректировать критерии при необходимости

5. КЕЙСЫ ДЛЯ РАБОТЫ В ГРУППАХ

Кейс №1 (Группа А): Выбор системы для внутривенных инфузий

Ситуация:

Городская больница на 400 коек проводит закупку систем для внутривенных инфузий (капельниц). Используются два типа систем:

- **Традиционная система:** ПВХ-пластик, одноразовая, с упаковкой из 2 слоев пластика. Цена: 150 сом/система.

- **Экологичная система:** Не содержит ПВХ и фталатов, одноразовая, с упаковкой из перерабатываемого картона (1 слой) и биоразлагаемого пластика. Цена: 200 сом/система.

Исходные данные:

Параметр	Традиционная система	Экологичная система
Цена за единицу	150 сом	200 сом
Материал	ПВХ (не перерабатывается)	Полиэтилен (перерабатывается)
Содержит фталаты	Да	Нет
Упаковка	2 слоя пластика	1 слой картона + биоразлагаемый пластик
Срок годности	2 года	3 года
Вес системы	50 г	40 г
Вес упаковки	20 г	10 г
Годовой расход	100 000 систем	100 000 систем

Задания для группы:

1. Оцените экологичность:

- Сравните материалы (ПВХ vs полиэтилен)
- Сравните упаковку (объем и перерабатываемость)
- Оцените углеродный след (вес продукта и упаковки, транспортировка)
- Оцените возможность переработки после использования

2. Рассчитайте экономические показатели:

- Годовые затраты на закупку (для каждой системы)
- Сравните общую стоимость владения (ТСО) с учетом затрат на утилизацию
- Утилизация традиционной системы: 5 сом/кг
- Утилизация экологичной системы: 3 сом/кг (из-за возможности переработки)

3. Разработайте критерии для «зеленых» закупок:

- Сформулируйте 5 ключевых критериев для выбора системы
- Предложите систему балльной оценки

4. Дайте рекомендации руководству:

- Какую систему выбрать и почему?
- Какие дополнительные преимущества имеет экологичная система?
- Какую экономию можно получить в долгосрочной перспективе?

Кейс №2 (Группа Б): Выбор хирургических перчаток

Ситуация:

Хирургическое отделение проводит закупку хирургических перчаток. Рассматриваются три варианта:

Параметр	Вариант А (Латексные)	Вариант Б (Нитриловые)	Вариант С (Нитриловые, экологичные)
Цена за пару	80 сом	100 сом	120 сом
Материал	Натуральный латекс	Синтетический нитрил	Нитрил с 30% биоразлагаемого материала
Аллергенность	Высокая (латексная аллергия)	Низкая	Низкая
Прочность	Средняя	Высокая	Высокая
Упаковка	Пластик	Пластик	Перерабатываемая бумага
Перерабатываемость	Низкая	Средняя	Высокая (биоразлагаемая)
Происхождение (транспортировка)	Импорт (дальняя логистика)	Импорт (средняя)	Местное производство
Латексная аллергия у персонала	8%	0%	0%

Исходные данные:

- Годовой расход: 50 000 пар перчаток
- Затраты на лечение латексной аллергии у персонала: 5 000 сом/случай
- В хирургическом отделении 60 хирургов, из них 8% имеют латексную аллергию

Задания для группы:

1. **Оцените экологичность каждого варианта:**
 - Материалы (возобновляемые vs синтетические, биоразлагаемость)
 - Упаковка (перерабатываемость, объем)
 - Транспортировка (расстояние, углеродный след)
2. **Оцените клиническую безопасность:**
 - Риск аллергии
 - Прочность и надежность
3. **Рассчитайте экономические показатели:**
 - Годовые затраты на закупку для каждого варианта
 - Затраты на лечение аллергии (для варианта А)
 - Общая стоимость владения (ТСО)
4. **Разработайте систему балльной оценки:**

Критерий	Вес	Вариант А	Вариант Б	Вариант С
Цена	40%			
Экологичность	25%			
Безопасность	25%			
Качество	10%			

5. **Дайте рекомендации:** Какой вариант выбрать и почему?

Кейс №3 (Группа В): Закупка упаковки для стерильных инструментов

Ситуация:

Центральное стерилизационное отделение закупает упаковку для стерилизации хирургических инструментов. Рассматриваются два варианта:

Параметр	Вариант А (Бумажно-пластиковые пакеты)	Вариант Б (Текстильные мешки)
Цена за единицу	30 сом/пакет	500 сом/мешок
Срок службы	1 раз (одноразовые)	50 стерилизаций
Материал	Бумага + пластик	Хлопок
Перерабатываемость	Низкая (композитный материал)	Высокая (хлопок)
Затраты на стерилизацию	5 сом/стерилизация	5 сом/стерилизация
Затраты на стирку	0 сом	10 сом/стирка
Затраты на хранение	0 сом	3 сом/хранение
Риск повреждения	Низкий	Средний (износ)

Исходные данные:

- Годовое количество стерилизаций: 20 000
- Текстильные мешки требуют стирки после каждой стерилизации
- Затраты на утилизацию пакетов: 2 сом/пакет
- Затраты на конечную утилизацию мешков: 10 сом/мешок

Задания для группы:

1. Сравните экологичность:

- Какие материалы используются? Как они производятся?
- Каков экологический след производства и утилизации?
- Что происходит с материалами после использования?

2. Рассчитайте общую стоимость владения (ТСО):

- Для варианта А (на 1 год)
- Для варианта Б (на 1 год)
- Сколько лет нужно использовать текстильные мешки, чтобы они стали экономически выгоднее?

3. Оцените клинические аспекты:

- Гарантирует ли каждый вариант стерильность?

- Каков риск контаминации?
- Каковы требования к качеству стерилизации?

4. Разработайте рекомендации:

- Какой вариант выбрать с учетом всех факторов?
- При каком объеме стерилизаций текстильные мешки становятся предпочтительнее?
- Какие организационные меры нужны для внедрения текстильных мешков?

Кейс №4 (Группа Г): Закупка стерилизационного оборудования

Ситуация:

Больница планирует закупить новый стерилизатор (автоклав) для центрального стерилизационного отделения. Рассматриваются два варианта:

Параметр	Вариант А (Традиционный автоклав)	Вариант Б (Энергоэффективный автоклав)
Цена оборудования	2 000 000 сом	3 000 000 сом
Мощность	15 кВт	10 кВт
Время стерилизации	30 минут	20 минут
Расход воды за цикл	50 литров	30 литров
Расход пара за цикл	5 кг	3 кг
Срок службы	10 лет	10 лет
Сервисное обслуживание	50 000 сом/год	30 000 сом/год
Возможность рекуперации тепла	Нет	Да
Использование возобновляемой энергии	Нет	Да (солнечные панели на крыше)

Исходные данные:

- Количество стерилизационных циклов в год: 1 000
- Стоимость электроэнергии: 7,5 сом/кВт·ч
- Стоимость воды: 12 сом/м³
- Стоимость пара: 500 сом/тонна

Задания для группы:

1. Рассчитайте эксплуатационные затраты для каждого варианта:

- Затраты на электроэнергию за 1 цикл и за год
- Затраты на воду за 1 цикл и за год
- Затраты на пар за 1 цикл и за год
- Затраты на сервисное обслуживание за год

2. Рассчитайте общую стоимость владения (ТСО) за 10 лет:

- Стоимость покупки
- Эксплуатационные затраты
- Затраты на утилизацию в конце срока службы (приблизительно)

3. Оцените экологические преимущества:

- Сокращение энергопотребления
- Сокращение водопотребления
- Сокращение выбросов CO₂
- Использование возобновляемой энергии

4. Разработайте критерии для «зеленых» закупок:

- Какие экологические критерии должны быть включены в тендерную документацию?
- Предложите систему балльной оценки

5. Дайте рекомендации:

- Какой автоклав выбрать с учетом всех факторов?
- Каков срок окупаемости дополнительных инвестиций в энергоэффективный автоклав?
- Какие долгосрочные преимущества дает выбор энергоэффективного автоклава?

6. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ: КАК РАЗРАБОТАТЬ СИСТЕМУ БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ

Пример системы балльной оценки для «зеленых» закупок

Шаг 1: Определите критерии и их веса

Критерий	Вес (%)	Обоснование
Клинические характеристики	35%	Безопасность пациента — главный приоритет
Экологические критерии	25%	Основная цель «зеленых» закупок
Экономическая эффективность (ТСО)	25%	Важно для устойчивости бюджета
Поставщик	15%	Надежность, сертификация, экологическая ответственность

Шаг 2: Определите подкритерии и баллы

Экологические критерии (25%) — подкритерии:

Подкритерий	Баллы (макс)	Оценка
Состав материалов	25	Отсутствие ПВХ, фталатов, тяжелых металлов
Содержание переработанных	20	Доля переработанного сырья (>10%,

материалов		>20%, >30%)
Упаковка	20	Минимальная, перерабатываемая, без избыточных слоев
Энергоэффективность	15	Наличие энергосберегающего режима, низкое энергопотребление
Перерабатываемость после использования	10	Возможность переработки или биоразлагаемость
Программа возврата от производителя	10	Наличие программы сбора и переработки

Шаг 3: Оценка поставщиков

Каждый поставщик оценивается по каждому подкритерию, затем баллы суммируются и умножаются на вес критерия.

Пример:

Поставщик	Клинические (35%)	Экология (25%)	Экономика (25%)	Поставщик (15%)	ИТОГО
А	90	70	80	85	82,5
Б	85	90	75	80	82,0
В	70	95	90	90	83,0

Вывод: Победитель — поставщик В, несмотря на более низкие клинические показатели (но в пределах допустимого), он лидирует по экологии и экономике.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Базовый уровень:

1. Что такое эко-дизайн и каковы его основные принципы в медицине?
2. Что такое «зеленые» закупки (green procurement) в здравоохранении?
3. Какие критерии используются при «зеленых» закупках медицинских изделий?
4. Что такое оценка жизненного цикла (LCA) и для чего она используется?
5. Что такое общая стоимость владения (ТСО) и почему она важна при «зеленых» закупках?
6. Почему эко-дизайн важен для медицинских изделий?

Продвинутый уровень:

1. Какие экологические критерии вы бы включили в тендер на закупку одноразовых шприцев?
2. Как можно оценить экологичность медицинского изделия без проведения полной LCA?
3. Какие преимущества дает учет ТСО при «зеленых» закупках?
4. В каких случаях многоразовое изделие может быть экологически хуже одноразового?
5. Разработайте систему балльной оценки для выбора поставщика хирургических перчаток.

8. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Выберите любое медицинское изделие, которое используется в вашей клинической практике (шприц, маска, перчатки, катетер и т.д.).
2. Проведите упрощенную оценку его экологичности на основе принципов эко-дизайна:
 - Материалы (состав, происхождение, перерабатываемость)
 - Упаковка (объем, материалы, перерабатываемость)
 - Транспортировка (вес, объем, расстояние)
 - Использование (энергопотребление, расходные материалы)
 - Утилизация (возможность переработки, способ утилизации)
3. Предложите 3-5 рекомендаций по улучшению экологичности этого изделия.
4. Подготовьте краткий отчет (1-2 страницы).

9. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Критерий	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно
Понимание принципов эко-дизайна	Глубоко понимает, применяет системно	Понимает основные принципы	Понимает только базовые понятия
Применение критериев «зеленых» закупок	Разрабатывает полные, конкретные критерии	Разрабатывает правильные, но общие критерии	Затрудняется в разработке критериев
Расчет ТСО	Точно рассчитывает, учитывает все компоненты	Рассчитывает с небольшими ошибками	Не учитывает важные компоненты
Оценка LCA	Правильно интерпретирует данные LCA	Понимает основные принципы LCA	Не понимает методологию
Разработка рекомендаций	Конкретные, реалистичные, обоснованные	Реалистичные, но недостаточно обоснованные	Неполные или нереалистичные
Работа в группе	Активно участвует, вносит ценные предложения	Участвует, но не всегда инициативен	Пассивен или доминирует

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. European Commission. *Green Public Procurement Criteria for Health and Social Work Services*. Brussels: European Commission; 2021.
2. Health Care Without Harm. *Green Procurement in Healthcare: A Guide for Hospitals*. Arlington, VA: Health Care Without Harm; 2022.

Дополнительная литература:

3. Thiel CL, Woods NC, Bilec MM. Strategies to reduce greenhouse gas emissions from laparoscopic surgery. *Surg Endosc*. 2018;32(3):1282-1290.
4. Health Care Without Harm. *The Principles of Green Hospital Design*. Arlington, VA: Health Care Without Harm; 2021.
5. World Health Organization. *Environmentally Sustainable Health Systems: A Strategic Document*. Geneva: WHO; 2020.
6. Sherman JD, Raibley LA, Eckelman MJ. Life cycle assessment of anesthetic drugs: total intravenous anesthesia vs inhaled anesthesia. *Br J Anaesth*. 2019;123(2):257-265.
7. United Nations Development Programme (UNDP). *Green Procurement Guidelines for Healthcare*. New York: UNDP; 2022.
8. Kyrgyz Republic, Ministry of Health. *Guidelines for Green Procurement in Healthcare*. Bishkek; 2021.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8

Тема: Многоразовые и одноразовые изделия, биоразлагаемые материалы

Продолжительность: 90 минут

Форма проведения: Работа в малых группах с кейсами

1. ЦЕЛИ ЗАНЯТИЯ

Цель:

Сформировать у студентов практические навыки сравнительного анализа одноразовых и многоразовых медицинских изделий, а также оценки применения биоразлагаемых материалов в медицине на основе критериев безопасности, экономической эффективности и экологической устойчивости.

Задачи:

1. Изучить преимущества и ограничения одноразовых и многоразовых медицинских изделий.
2. Освоить методологию сравнительной оценки одноразовых и многоразовых изделий с учетом клинических, экономических и экологических факторов.
3. Изучить современные биоразлагаемые материалы, применяемые в медицине, их свойства и области применения.
4. Научиться принимать обоснованные решения о выборе между одноразовыми и многоразовыми изделиями в различных клинических ситуациях.
5. Развить навыки оценки экологического следа медицинских изделий на основе принципов циркулярной экономики.

2. СТУДЕНТ ДОЛЖЕН

Знать:

- Преимущества и недостатки одноразовых и многоразовых медицинских изделий.
- Критерии выбора между одноразовыми и многоразовыми изделиями (клинические, экономические, экологические).
- Основные типы биоразлагаемых материалов, используемых в медицине (полилактид — PLA, полигликолид — PGA, полигидроксиалканоаты — PHA, и др.).
- Области применения биоразлагаемых материалов в медицине (шовные материалы, имплантаты, системы доставки лекарств, упаковка).
- Принципы циркулярной экономики в контексте медицинских изделий.

Уметь:

- Проводить сравнительный анализ одноразовых и многоразовых изделий.
- Оценивать экономическую эффективность многоразовых изделий (расчет ТСО, точки безубыточности).
- Оценивать экологические преимущества и ограничения биоразлагаемых материалов.
- Принимать обоснованные решения о выборе типа изделия в различных клинических ситуациях.
- Разрабатывать рекомендации по внедрению многоразовых изделий и биоразлагаемых материалов.

Владеть:

- Навыками сравнительной оценки медицинских изделий.
- Методами расчета экономической эффективности многоразовых изделий.
- Навыками оценки применимости биоразлагаемых материалов в различных клинических ситуациях.
- Навыками разработки рекомендаций по устойчивому выбору медицинских изделий.

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 материалам предыдущего занятия (ПЗ №7) и лекций. Обсуждение: "В каких случаях вы бы выбрали одноразовое изделие, а в каких — многоразовое?"
3. Блок информации для студентов	20 мин	Мини-лекция по сравнительному анализу одноразовых и многоразовых изделий, биоразлагаемым материалам и принципам циркулярной экономики
4. Работа в группах с кейсами	35 мин	Студенты делятся на 3-4 группы. Каждая группа получает кейс по выбору между одноразовыми и многоразовыми изделиями или оценке применения биоразлагаемых материалов
5. Презентация решений групп	15 мин	Каждая группа представляет свои рекомендации (по 4-5 минут)
6. Заключительная часть	5 мин	Подведение итогов, контрольные вопросы, домашнее задание

4. БЛОК ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

4.1. Одноразовые vs Многоразовые изделия: сравнительный анализ

4.1.1. Классическая дилемма

Один из самых сложных вопросов в устойчивом здравоохранении: **что лучше — одноразовые или многоразовые изделия?**

Аспект	Одноразовые	Многоразовые
Инфекционный риск	Минимальный (стерилизация на заводе, гарантированная стерильность до вскрытия упаковки)	Зависит от качества стерилизации в медицинской организации (риск человеческой ошибки, неисправности оборудования)
Удобство использования	Высокое (готов к использованию, не требует подготовки)	Требуется логистика сбора, стирки, стерилизации, упаковки
Экологический след	Высокий (производство, утилизация)	Зависит от региона и способа стерилизации (энергия, вода, химикаты)
Экономическая эффективность	Часто ниже стоимость одного использования	Выше стоимость одного использования, но может быть выгоднее при высокой оборачиваемости
Надежность стерильности	Гарантированная (заводская стерилизация)	Зависит от качества работы ЦСО (центрального стерилизационного отделения)
Риск для персонала	Минимальный (нет контакта с загрязненными изделиями после использования)	Повышенный (контакт с загрязненными изделиями при сборе и мойке)
Материальный след	Высокий (каждое использование требует новых материалов)	Низкий (одно изделие используется многократно)

4.1.2. Когда одноразовые изделия экологичнее многоразовых?

Звучит парадоксально, но в некоторых случаях одноразовые изделия могут быть экологичнее многоразовых. Это происходит, когда:

Ситуация 1: Стерилизация требует огромного количества энергии и воды

В регионах, где электроэнергия производится из угля (высокий углеродный след), а вода является дефицитным ресурсом, многоразовые изделия могут иметь больший углеродный след, чем одноразовые.

Пример:

Исследование сравнивало одноразовые и многоразовые датчики для мониторинга нервно-мышечной передачи в операционной. Оба выполняли одинаковую клиническую функцию с одинаковой точностью и безопасностью. С точки зрения выбросов CO₂ в расчете на одно применение, **одноразовый датчик оказался более устойчивым выбором.**

Почему? Потому что стерилизация многоразового датчика требовала:

- Энергии для автоклавирования (в угольном регионе это создает много CO₂)
- Воды для промывки (в засушливом регионе это дефицитный ресурс)
- Химикатов для дезинфекции
- Логистики (транспортировка туда-обратно в ЦСО)

Ситуация 2: Высокий риск инфицирования

Для процедур с высоким риском инфекционных осложнений (например, при работе с пациентами с особо опасными инфекциями, в иммуносупрессивных состояниях) одноразовые изделия могут быть предпочтительнее, так как они гарантированно стерильны и их утилизация не требует сложной дезинфекции.

Ситуация 3: Сложная геометрия изделия

Некоторые изделия имеют сложную форму (например, эндоскопические инструменты с узкими каналами) и их трудно качественно очистить и стерилизовать. В таких случаях одноразовые варианты могут быть безопаснее.

4.1.3. Когда многоразовые изделия экологичнее и экономичнее?

Ситуация 1: Высокая оборачиваемость

Если изделие используется много раз в день (например, хирургические инструменты в крупной операционной), многоразовый вариант становится экономически и экологически выгодным.

Расчет для скальпеля:

Параметр	Одноразовый скальпель	Многоразовый скальпель
Цена за единицу	100 сом	1000 сом
Количество использований	1	100 (после стерилизации)
Стоимость 1 стерилизации	0 сом	5 сом
Стоимость 100 использований	$100 \times 100 = 10\,000$ сом	$1000 + (100 \times 5) = 1\,500$ сом
Экономия	—	8 500 сом
Снижение отходов	—	99%

Ситуация 2: Низкий углеродный след электроэнергии

В регионах с низкоуглеродной электроэнергией (гидроэлектростанции, атомные станции, ветряки) энергозатраты на стерилизацию оказывают меньшее влияние на климат.

Пример для Кыргызстана: В Кыргызстане значительная часть электроэнергии производится гидроэлектростанциями. Это означает, что углеродный след стерилизации (электроэнергия для автоклавов) относительно низкий, что делает многоразовые изделия более экологичными.

Ситуация 3: Высокое качество стерилизации

В крупных больницах с центральными стерилизационными отделениями (ЦСО) и обученным персоналом качество стерилизации соответствует заводскому или превышает его. В таких условиях многоразовые изделия безопасны и экономически выгодны.

4.1.4. Практический алгоритм выбора

Шаг 1: Оценка клинической безопасности

- Есть ли риск передачи инфекции?
- Сложно ли качественно очистить и стерилизовать изделие?
- Есть ли альтернативы с той же клинической эффективностью?

Шаг 2: Оценка экономической эффективности

- Какова стоимость одного использования (с учетом стерилизации, стирки, логистики)?
- Какова точка безубыточности (количество использований, при котором многоразовое изделие становится дешевле одноразового)?
- Каковы затраты на инфраструктуру (ЦСО, оборудование, персонал)?

Шаг 3: Оценка экологического следа

- Какой углеродный след у каждого варианта (с учетом региона)?
- Какое водопотребление у каждого варианта?
- Какое количество отходов генерируется?

Шаг 4: Принятие решения

- Если клиническая безопасность эквивалентна → выбрать вариант с лучшим сочетанием экономической и экологической эффективности
- Если клиническая безопасность различается → безопасность пациента является приоритетом №1

4.2. Биоразлагаемые материалы в медицине

4.2.1. Что такое биоразлагаемые материалы?

Биоразлагаемые материалы — это материалы, которые под воздействием микроорганизмов (бактерий, грибов) в природной среде или в организме человека разлагаются на природные компоненты (вода, углекислый газ, биомасса) в течение разумного периода времени.

В медицине биоразлагаемые материалы используются в двух основных категориях:

1. Биоразлагаемые имплантаты и медицинские устройства (внутри организма)

Эти материалы предназначены для временного нахождения в организме и последующего биоразложения, что исключает необходимость повторной операции для удаления.

Примеры:

- Шовные материалы (полигликолид, полилактид)
- Биоразлагаемые имплантаты для остеосинтеза
- Биоразлагаемые стенты
- Биоразлагаемые системы доставки лекарств (микрочастицы, наночастицы)

2. Биоразлагаемая упаковка и одноразовые изделия (вне организма)

Эти материалы разлагаются после утилизации, снижая нагрузку на полигоны и окружающую среду.

Примеры:

- Упаковка из биоразлагаемых полимеров (PLA, PHB)

- Биоразлагаемые стаканчики и тарелки для питания пациентов
- Биоразлагаемые мешки для сбора медицинских отходов
- Биоразлагаемые хирургические маски и халаты (на стадии разработки)

4.2.2. Основные типы биоразлагаемых материалов в медицине

А. Синтетические биоразлагаемые полимеры

Материал	Сокращение	Свойства	Применение в медицине
Полилактид (полимолочная кислота)	PLA	Прочный, разлагается до молочной кислоты (естественный метаболит)	Шовные материалы, имплантаты, системы доставки лекарств, упаковка
Полигликолид	PGA	Очень прочный, быстро разлагается до гликолевой кислоты	Шовные материалы (быстро рассасывающиеся), хирургические сетки
Сополимер PLA и PGA	PLGA	Регулируемая скорость разложения (соотношение PLA/PGA)	Длительные системы доставки лекарств, шовные материалы
Полигидроксиалканоаты	PHA	Биосовместимый, разлагается до гидроксикислот	Имплантаты, сердечно-сосудистые стенты
Поликапролактон	PCL	Медленно разлагается (до 2 лет), эластичный	Длительные системы доставки лекарств, тканевая инженерия

Б. Биоразлагаемые полимеры природного происхождения

Материал	Источник	Свойства	Применение в медицине
Хитозан	Панцири ракообразных	Антибактериальный, биоадгезивный	Ранозаживляющие повязки, системы доставки лекарств
Желатин	Коллаген животных	Биосовместимый, дешевый	Капсулы для лекарств, гидрогели для тканевой инженерии
Альгинат	Морские водоросли	Образует гели, биосовместимый	Ранозаживляющие повязки, системы доставки лекарств
Целлюлоза	Растения	Прочная, биосовместимая	Мембраны для регенерации тканей

4.2.3. Биоразлагаемые имплантаты: механизм действия

Как работают биоразлагаемые имплантаты:

Биоразлагаемые полимеры разлагаются в организме путем **гидролиза** (разложения под действием воды) и **ферментативного расщепления**.

Пример: полилактид (PLA)

1. Имплантат из PLA вводится в организм
2. Под действием воды и ферментов полимер гидролизуются

3. Образуются молекулы молочной кислоты (естественный метаболит)
4. Молочная кислота включается в цикл Кребса и превращается в CO_2 и H_2O
5. Имплантат постепенно рассасывается (от нескольких недель до нескольких лет, в зависимости от молекулярной массы и состава)

Скорость разложения:

- PGA: 2-4 недели (быстрое разложение)
- PLA: 3-12 месяцев (среднее разложение)
- PCL: до 2 лет (медленное разложение)
- PLGA: регулируемая (соотношение PLA/PGA определяет скорость)

Преимущества биоразлагаемых имплантатов:

- Не требуется повторная операция для удаления
- Снижение риска инфекций (меньше операций)
- Меньше осложнений (нет хронического воспаления от инородного тела)
- Постепенная передача нагрузки на кость (важно для остеосинтеза)

Ограничения:

- Более высокая стоимость по сравнению с неразлагаемыми аналогами
- Возможность неполного разложения
- Требуется точный контроль скорости разложения
- Возможность воспалительной реакции на продукты разложения

4.2.4. Биоразлагаемые материалы в упаковке и одноразовых изделиях

Области применения:

1. **Упаковка стерильных инструментов:** биоразлагаемые полимеры (PLA, PHA) для одноразовой упаковки
2. **Одноразовая посуда для питания пациентов:** стаканчики, тарелки из PLA
3. **Мешки для сбора отходов:** из оксо-биоразлагаемого полиэтилена или PHA
4. **Хирургические маски (в разработке):** использование биоразлагаемых нетканых материалов

Преимущества биоразлагаемой упаковки:

- Снижение объема отходов на полигонах
- Снижение выбросов CO_2 (если используется возобновляемое сырье)
- Уменьшение зависимости от нефти

Ограничения:

- Более высокая стоимость

- Требуют специальных условий для разложения (промышленное компостирование)
- Не во всех регионах есть инфраструктура для компостирования
- При неправильной утилизации могут разлагаться с выделением метана (парниковый газ)

4.2.5. Биоразлагаемые материалы и циркулярная экономика

Место биоразлагаемых материалов в циркулярной экономике:

text



Важное замечание:

Биоразлагаемые материалы — не панацея. Их использование должно быть частью общей стратегии управления отходами:

- Сначала: сокращение использования материалов
- Затем: повторное использование
- Затем: переработка
- Затем: компостирование (биоразложение)
- В последнюю очередь: захоронение или сжигание

4.3. Сравнительная таблица: одноразовые vs многоразовые vs биоразлагаемые

Аспект	Одноразовые (традиционные)	Многоразовые	Одноразовые (биоразлагаемые)
Инфекционный риск	Минимальный	Зависит от качества ЦСО	Минимальный
Удобство	Высокое	Требует логистики	Высокое
Стоимость одного использования	Низкая	Зависит от оборачиваемости	Средняя-высокая
Экологический след	Высокий	Зависит от региона	Средний (если правильно утилизировать)
Утилизация	Захоронение/сжигание	Нет (только конечная утилизация)	Компостирование (в идеале)
Инфраструктура	Готовая утилизация	Требуется ЦСО	Требуется компостирование
Зависимость от нефти	Высокая	Низкая	Низкая (возобновляемое сырье)
Применимость	Широкая	Ограничена (требует стойкости)	Ограничена (механические свойства)

5. КЕЙСЫ ДЛЯ РАБОТЫ В ГРУППАХ

Кейс №1 (Группа А): Выбор между одноразовыми и многоразовыми хирургическими халатами

Ситуация:

Хирургическое отделение больницы на 300 коек рассматривает возможность перехода с одноразовых хирургических халатов на многоразовые текстильные халаты.

Исходные данные:

Параметр	Одноразовый халат	Многоразовый халат
Цена за единицу	350 сом	2 500 сом
Количество использований	1	75 (после 75 стирок/стерилизаций)
Вес одного халата	200 г	500 г
Затраты на стирку и стерилизацию за 1 цикл	0 сом	25 сом (вода, энергия, моющие средства, труд)
Затраты на утилизацию за 1 цикл	5 сом (сжигание)	0 сом (конечная утилизация — 10 сом)
Материал	Полипропилен (не перерабатывается)	Хлопок (перерабатывается)
Углеродный след производства (на единицу)	5 кг CO ₂	8 кг CO ₂
Углеродный след стирки (на 1 стирку)	0 кг CO ₂	0,5 кг CO ₂

Годовые данные:

- Количество операций в год: 3 000
- Халаты используются на 1 операцию
- Стоимость утилизации: 5 сом/кг (одноразовый), 10 сом/кг (конечная утилизация многоразового)

Задания для группы:

1. Рассчитайте экономическую эффективность:

- Годовые затраты на закупку халатов (для каждого варианта)
- Годовые затраты на стирку/стерилизацию (многоразовый вариант)
- Годовые затраты на утилизацию (для каждого варианта)
- Общая годовая стоимость каждого варианта
- Экономия при переходе на многоразовые халаты

2. Рассчитайте экологический след:

- Годовой углеродный след (производство + стирка + утилизация) для каждого варианта
- Объем отходов для каждого варианта

3. Оцените точку безубыточности:

- Сколько использований должен выдержать многоразовый халат, чтобы стать экономически выгоднее одноразового?
- Сколько использований должен выдержать многоразовый халат, чтобы стать экологически выгоднее одноразового?

4. Разработайте рекомендации:

- Стоит ли переходить на многоразовые халаты?
- Какие организационные меры необходимы для внедрения многоразовых халатов?
- Какие риски существуют и как их минимизировать?

Кейс №2 (Группа Б): Биоразлагаемые имплантаты для остеосинтеза

Ситуация:

Травматологическое отделение рассматривает возможность использования биоразлагаемых имплантатов для остеосинтеза (фиксация переломов) вместо традиционных металлических имплантатов (титан, нержавеющая сталь).

Исходные данные:

Параметр	Титановый имплантат	Биоразлагаемый имплантат (PLA)
Цена имплантата	15 000 сом	25 000 сом

Операция по установке	20 000 сом	20 000 сом
Операция по удалению	15 000 сом (через 12 месяцев)	0 сом (рассасывается)
Время заживления	12 месяцев	12 месяцев
Осложнения	5% (инфекция, аллергия, миграция)	8% (воспаление на продукты разложения)
Материал	Титан (не разлагается)	PLA (разлагается до молочной кислоты)
Повторная операция	Требуется (удаление)	Не требуется

Дополнительные данные:

- Количество операций в год: 100
- Стоимость лечения осложнений (в среднем): 10 000 сом/случай

Задания для группы:

1. Рассчитайте экономическую эффективность:

- Общая стоимость лечения с каждым типом имплантата (включая операцию, удаление, осложнения)
- Годовая экономия/перерасход при использовании биоразлагаемых имплантатов

2. Оцените клинические преимущества и риски:

- Какие преимущества дает биоразлагаемый имплантат?
- Каковы риски воспалительной реакции?
- Для каких групп пациентов биоразлагаемый имплантат предпочтительнее?

3. Оцените экологический след:

- Производство титана vs производство PLA
- Утилизация металла vs биоразложение в организме

4. Разработайте рекомендации:

- Стоит ли внедрять биоразлагаемые имплантаты?
- Для каких типов переломов они наиболее подходят?
- Какие критерии отбора пациентов?

Кейс №3 (Группа В): Одноразовые ларингоскопы или многоразовые

Ситуация:

Отделение анестезиологии и реанимации рассматривает замену одноразовых ларингоскопов (для интубации трахеи) на многоразовые.

Исходные данные:

Параметр	Одноразовый	Многоразовый ларингоскоп
----------	-------------	--------------------------

	ларингоскоп	
Цена за единицу	2 000 сом	15 000 сом
Количество использований	1	100
Затраты на стерилизацию (1 раз)	0 сом	15 сом (автоклавирование)
Риск перекрестной инфекции	Минимальный	Низкий (при качественной стерилизации)
Риск поломки во время интубации	Средний	Низкий
Вес изделия	150 г	300 г
Материал	Пластик (не перерабатывается)	Нержавеющая сталь + пластик

Годовые данные:

- Количество интубаций в год: 1 500
- Цена одноразового ларингоскопа: 2 000 сом
- Цена многоразового ларингоскопа: 15 000 сом
- Затраты на стерилизацию: 15 сом/цикл

Задания для группы:

1. Рассчитайте экономическую эффективность:

- Годовые затраты на закупку для каждого варианта
- Годовые затраты на стерилизацию для многоразового варианта
- Точка безубыточности (количество использований)

2. Оцените клинические аспекты:

- Безопасность пациента (инфекционный риск)
- Качество визуализации (износ многоразового)
- Надежность (риск поломки)

3. Оцените экологический след:

- Отходы (пластик vs металл + пластик)
- Углеродный след производства и утилизации

4. Разработайте рекомендации:

- Какой вариант выбрать и почему?
- Какие организационные меры необходимы для внедрения многоразовых ларингоскопов?
- Как обеспечить качественную стерилизацию?

Кейс №4 (Группа Г): Биоразлагаемая упаковка для стерильных инструментов

Ситуация:

Центральное стерилизационное отделение (ЦСО) рассматривает переход с традиционной пластиковой упаковки для стерильных инструментов на биоразлагаемую.

Исходные данные:

Параметр	Традиционная упаковка (пластик)	Биоразлагаемая упаковка (PLA)
Цена за единицу	15 сом	25 сом
Материал	Полиэтилен (из нефти)	PLA (из кукурузного крахмала)
Срок годности упаковки	6 месяцев	4 месяца (медленнее разлагается, но все же)
Перерабатываемость	Нет (загрязненная)	Да (компостирование)
Стерилизация	Совместим с автоклавом	Совместим с автоклавом
Прочность	Высокая	Средняя (чуть ниже)

Годовые данные:

- Количество стерилизаций в год: 20 000
- Затраты на утилизацию традиционной упаковки: 2 сом/единица
- Затраты на компостирование биоразлагаемой упаковки: 3 сом/единица

Задания для группы:

1. Рассчитайте экономическую эффективность:

- Годовые затраты на закупку для каждого варианта
- Годовые затраты на утилизацию
- Дополнительные затраты/экономия при переходе на биоразлагаемую упаковку

2. Оцените экологические преимущества и ограничения:

- Снижение зависимости от нефти
- Возможность компостирования
- Углеродный след производства и утилизации
- Влияние на почву (при компостировании)

3. Оцените инфраструктурные требования:

- Требуется ли специальное оборудование для компостирования?
- Каковы требования к хранению (срок годности)?
- Каковы требования к транспортировке?

4. Разработайте рекомендации:

- Стоит ли переходить на биоразлагаемую упаковку?
- При каком условии это будет экономически целесообразно?
- Какие риски существуют и как их минимизировать?

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Базовый уровень:

1. Каковы основные преимущества и недостатки одноразовых медицинских изделий?
2. Каковы основные преимущества и недостатки многоразовых медицинских изделий?
3. В каких случаях одноразовое изделие может быть экологичнее многоразового?
4. Что такое биоразлагаемые материалы? Приведите примеры.
5. Какие биоразлагаемые материалы используются в медицине?
6. В чем разница между синтетическими и природными биоразлагаемыми полимерами?
7. Что такое точка безубыточности при сравнении одноразовых и многоразовых изделий?

Продвинутый уровень:

1. Какие факторы необходимо учитывать при выборе между одноразовыми и многоразовыми изделиями?
2. Как оценить экологический след одноразового и многоразового изделия без проведения полной LCA?
3. Каковы механизмы разложения биоразлагаемых имплантатов в организме?
4. Почему биоразлагаемые материалы не являются панацеей для решения проблемы медицинских отходов?
5. Разработайте алгоритм принятия решения о выборе между одноразовыми и многоразовыми изделиями.
6. При каком количестве использований многоразовое изделие становится экологически выгоднее одноразового?

7. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Выберите любое медицинское изделие, которое используется в вашей клинической практике и существует в одноразовом и многоразовом вариантах (например, хирургические инструменты, эндоскопы, стоматологические зеркала, тонометрические манжеты и т.д.).
2. Проведите сравнительный анализ:
 - Соберите данные о стоимости и количестве использований
 - Рассчитайте годовую стоимость для каждого варианта
 - Оцените экологический след (углеродный, водный, отходы)
 - Определите точку безубыточности

3. Разработайте рекомендации для вашей медицинской организации:
 - Какой вариант выбрать?
 - Какие изменения в инфраструктуре нужны?
4. Подготовьте краткий отчет (1-2 страницы).

8. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Критерий	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно
Сравнительный анализ	Глубокий, учитывает все факторы	Учитывает основные факторы	Учитывает только очевидные факторы
Экономические расчеты	Точные, с учетом всех затрат	Правильные, но с небольшими ошибками	Много ошибок или пропусков
Оценка экологических аспектов	Комплексная оценка	Правильная, но неполная	Поверхностная
Понимание биоразлагаемых материалов	Глубокое понимание свойств и ограничений	Понимает основные свойства	Знает только базовые понятия
Разработка рекомендаций	Конкретные, реалистичные, обоснованные	Реалистичные, но недостаточно обоснованные	Неполные или нереалистичные
Работа в группе	Активно участвует, вносит ценные предложения	Участвует, но не всегда инициативен	Пассивен или доминирует

9. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Thiel CL, Woods NC, Bilec MM. Strategies to reduce greenhouse gas emissions from laparoscopic surgery. *Surg Endosc.* 2018;32(3):1282-1290. doi:10.1007/s00464-017-5811-9
2. MacNeill AJ, Lillywhite R, Brown CJ. The impact of surgery on global climate: a carbon footprinting study of operating theatres in three health systems. *Lancet Planet Health.* 2017;1(9):e381-e388. doi:10.1016/S2542-5196(17)30162-6

Дополнительная литература:

3. Sherman JD, Raibley LA, Eckelman MJ. Life cycle assessment of anesthetic drugs: total intravenous anesthesia vs inhaled anesthesia. *Br J Anaesth.* 2019;123(2):257-265. doi:10.1016/j.bja.2019.04.057
4. Health Care Without Harm. *Reusable vs Single-use Medical Products: A Guide for Decision Making.* Arlington, VA: Health Care Without Harm; 2022.
5. Bio-based and Biodegradable Plastics in Medical Applications. *Eur J Pharm Biopharm.* 2021;160:1-15.

6. World Health Organization. *Biodegradable Materials in Healthcare: Opportunities and Challenges*. Geneva: WHO; 2023.
7. National Academy of Medicine. *Single-use vs Reusable Medical Devices: A Framework for Decision Making*. Washington, DC: National Academies Press; 2024.
8. United Nations Development Programme (UNDP). *Sustainable Procurement in Healthcare: A Guide for Kyrgyzstan*. Bishkek: UNDP; 2022.

Практическое занятие подготовлено в рамках курса «Устойчивый экологический менеджмент и климатические стратегии в здравоохранении»