

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 (Scope 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 постоянная работа 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	кВт·ч/м²/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 покрывает затраты на его внедрение	3 года
EUI (Energy Use Intensity)	Интенсивность использования энергии (кВт·ч/м²/год)	250 кВт·ч/м²/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 $18 \text{ Вт} \times 24 \text{ часа} \times 365 \text{ дней} = 157,7 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год}$ с одной лампы
- Для 1000 ламп: экономия $157,7 \text{ МВт}\cdot\text{ч/год}$

Срок окупаемости LED-ламп:

- Стоимость LED-лампы: ~300 сом
- Стоимость люминесцентной лампы: ~100 сом
- Экономия электроэнергии: $\sim 200 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год} = \sim 1500 \text{ сом/год}$ (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 × 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 × 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 — теплотери 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
- Время работы: 24 часа/сутки
- Количество дней в году: 365

Расчет:

$$\mathcal{E} = P \times n \times t \times 365 / 1000$$

$$\mathcal{E} = 36 \times (30 \times 2) \times 24 \times 365 / 1000$$

$$\mathcal{E} = 36 \times 60 \times 8760 / 1000$$

$$\mathcal{E} = 18\,921,6 \text{ кВт·ч/год}$$

Стоимость:

$$18\,921,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год} \times 7,5 \text{ сом/кВт}\cdot\text{ч} = 141\,912 \text{ сом/год} (\sim 141\,900 \text{ сом})$$

Энергосберегающее мероприятие:

Замена люминесцентных ламп на LED-лампы мощностью 18 Вт (в 2 раза меньше).

Новое энергопотребление:

$$\Theta_{\text{new}} = 18 \times 60 \times 24 \times 365 / 1000$$

$$\Xi_{\text{new}} = 9\,460,8 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год}$$

Годовая экономия:

$$18\,921,6 - 9\,460,8 = 9\,460,8 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год}$$

$$9\,460,8 \text{ кВт}\cdot\text{ч/год} \times 7,5 \text{ сом/кВт}\cdot\text{ч} = 70\,956 \text{ сом/год}$$

Стоимость LED-ламп:

$$60 \text{ ламп} \times 300 \text{ сом/лампа} = 18\,000 \text{ сом}$$

Срок окупаемости:

$$18\,000 \text{ сом} / 70\,956 \text{ сом/год} \approx 0,25 \text{ года (3 месяца)}$$

6. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ РАБОТА: СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ И МЕРОПРИЯТИЙ

Студенты заполняют сводную таблицу на основе выполненных расчетов:

[illegible]

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
2. 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:

1. 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
2. International Energy Agency (IEA). *Energy Efficiency in Healthcare Buildings*. Paris: IEA; 2022.

Дополнительная литература:

3. U.S. Department of Energy. *Energy Efficiency in Hospitals: A Guide for Healthcare Facilities*. Washington, DC: DOE; 2018.
4. Health Care Without Harm. *Energy Efficiency in Hospitals: Best Practices and Case Studies*. Arlington, VA: Health Care Without Harm; 2021.
5. World Health Organization. *Energy Efficiency in Healthcare Facilities*. Geneva: WHO; 2022.
6. American Society for Healthcare Engineering (ASHE). *Energy Efficiency and Healthcare*. Chicago, IL: ASHE; 2023.
7. Kyrgyz Republic, Ministry of Energy. *National Energy Efficiency Plan 2022-2025*. Bishkek; 2022.
8. The Climate Group. *Hospitals Leading the Way to a Low-Carbon Future*. New York: The Climate Group; 2020.