

# Здания высоких технологий

Подготовил: ст.гр. Арх 12-3 Наккажынов А.Д.

# Офисное здание с нулевым потреблением энергии

## Общая информация

**Наименование:** RSF, Центр поддержки разработок департамента энергетики США.

**Расположение:** Голден (Колорадо, США).

**Владелец:** департамент энергетики США.

**Основное назначение:** многофункциональный офисный центр с дата-центром.

**Количество сотрудников** – 822.

**Заполняемость помещений** – 79 %.

**Общая площадь** – 20 500 м<sup>2</sup>.

**Награды и достижения:**

- 2011 – LEED-NC Platinum,
- 2011 – AIA COTE «Зелёные проекты Топ-10» (Top 10 Green Projects);
- 2010 – McGraw Hill за выдающиеся достижения в строительстве.

**Стоимость проекта** – 54,7 млн долл США.

**Стоимость квадратного метра** – 2 784 долл США.

**Завершение основных строительных работ** – 2010 год.



- \* При создании подпорных стенок использовался камень добытый на площадкестроительства при проведении земляных работ



- \* При относительно малой площади остекления, окна на южной стороне фасада обеспечивают не только естественное освещение офисных помещений, но и естественное проветривание

## ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕКТУ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ЭТАПЕ ТЕНДЕРА

Получение сертификата LEED Platinum. Удельное годовое потребление энергии 110 кВт/м<sup>2</sup>. Минимальное количество рабочих мест в офисной части – 800 человек. Эргономичное рабочее пространство в офисе и максимальное использование естественного освещения. Архитектурные и проектные решения должны учитывать общие принципы и подходы департамента энергетики. Нулевое потребление энергии из внешних сетей. Детальное описание решений и процесса их выбора для последующих публикаций в открытых источниках. Максимальная цена контракта – 64,3 млн долл США (итоговая стоимость – 57,4 млн долл США). Завершение строительства – июнь 2010 года.

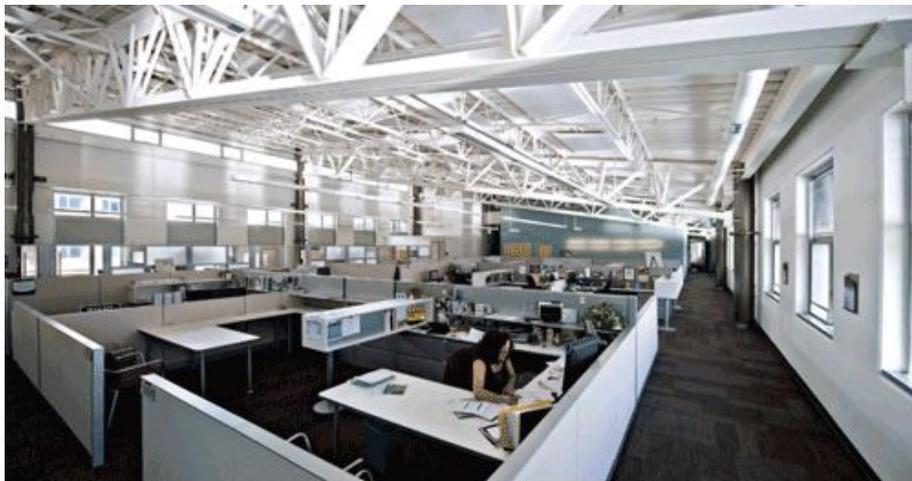
## ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ

Удельное годовое потребление энергии – 111 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Удельное годовое потребление энергии без дата-центра – 65,41 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Электроснабжение от городской сети – 3,16 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Электроснабжение от фотоэлектрических модулей – 75,74 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Природный газ для тепловой станции – 30,29 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Электропотребление системы холодоснабжения – 1,43 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Годовое потребление первичной энергии – 53,21 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Удельная стоимость потребляемой энергии – 6 долл США/м<sup>2</sup>. Рейтинг Energy Star – 100. Градусо-сутки отопительного периода (по базе – 18,33 °C) – 4,280. Градусо-сутки периода охлаждения (по базе – 18,33 °C) – 279.

# Экоустойчивый проект

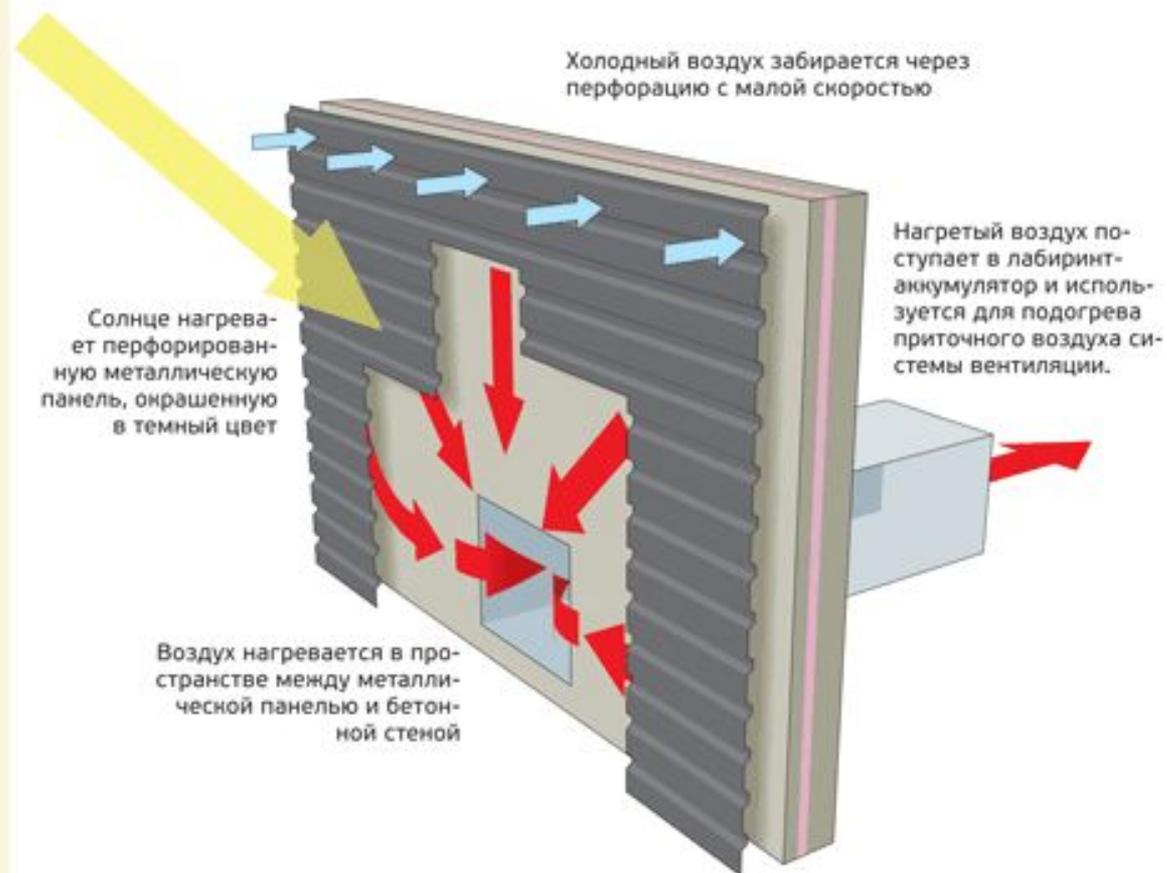
- \* Самый простой способ экономить энергию – не нуждаться в ней. Разработка архитектурной концепции должна вестись с учётом требований к энергопотреблению здания. При таком подходе нагрузки на систему освещения и санитарно-технические системы можно значительно сократить. Особое внимание в техническом задании на проектирование было отведено требованиям по обеспечению 100% естественного освещения, а также эффективную вентиляцию и возможность контроля бликов и отражений. Результатом стала архитектурная форма напоминающая букву Н (ширина крыла здания – 18 м). Ориентация здания по сторонам света – восток-запад.

- \* Ограждающие конструкции здания также являются важным элементом пассивного энергосбережения. В архитектурном проекте было принято соотношение окон здания к общей площади фасада 27%, при этом, удалось на 100% создать естественное освещение офисных помещений при благоприятных метеоусловиях.
- \* Конструктивно здание выполнено из металлического каркаса с бетонными сэндвич-панелями. Бетонные сэндвич-панели поставлялись на объект в полностью готовом к монтажу исполнении. Стеновой модуль состоит из 80 мм внешнего бетонного слоя, прослойки в 50 мм из твёрдой изоляции и внутреннего бетонного слоя равного 150 мм.



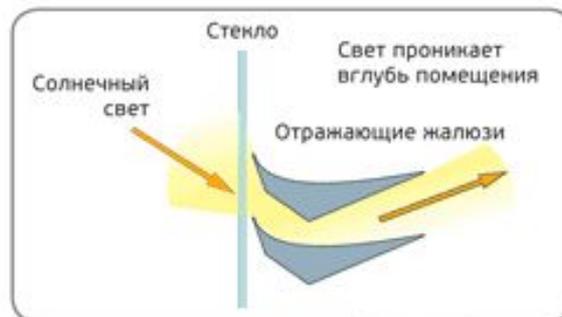
**Офисы открытой планировки при ширине крыла здания 18 м позволяют максимально использовать возможности естественного освещения и естественной вентиляции**

## "ВОЗДУШНЫЙ" СОЛНЕЧНЫЙ КОЛЛЕКТОР



## ОКНА НА ЮЖНОЙ СТОРОНЕ ФАСАДА

Свет направляется вверх  
и вглубь помещения

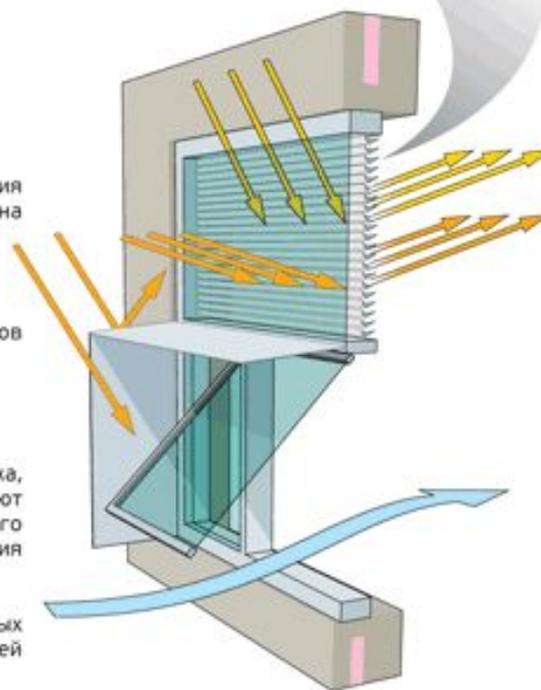


Козырек для затенения и отражения  
света в верхнюю зону окна

Нижняя зона окна защищена от бликов

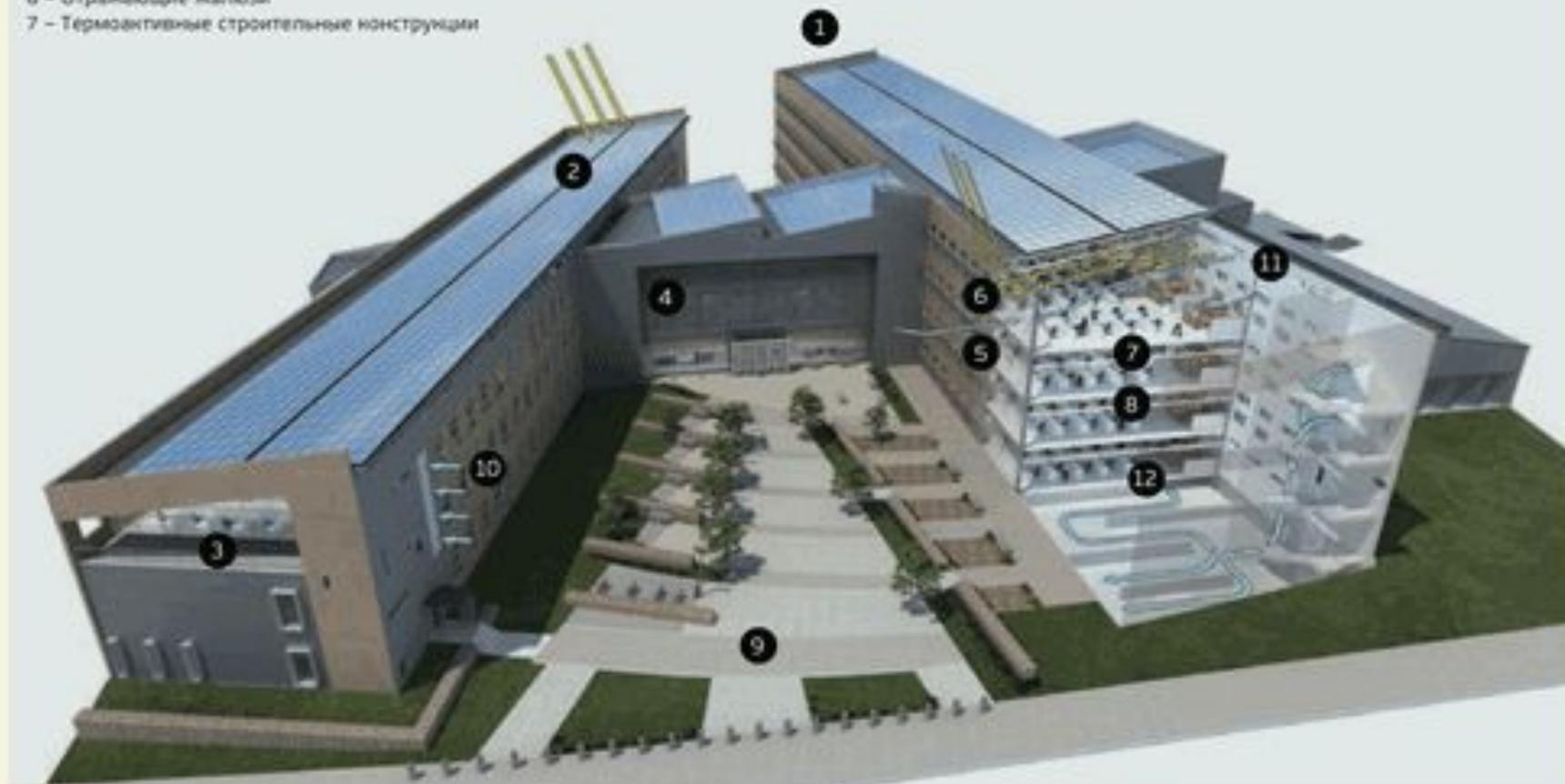
Створка с электроприводом и створка,  
открываемая вручную, обеспечивают  
возможность естественного  
проветривания

Стены выполнены из бетонных  
сэндвич панелей



## ЭКОУСТОЙЧИВЫЕ РЕШЕНИЯ

- 1 - Ширина крыла здания = 18 метров
- 2 - Солнечные фотоэлектрические модули
- 3 - Электрохромные стеклопакеты
- 4 - Жалюзи для затенения
- 5 - Открываемые окна - естественное проветривание
- 6 - Отражающие жалюзи
- 7 - Термоактивные строительные конструкции
- 8 - Раздельные системы вентиляции и кондиционирования
- 9 - Пористые материалы мощения
- 10 - Забор наружного воздуха
- 11 - Высокая тепловая масса здания
- 12 - Лабиринт-аккумулятор тепловой энергии



# КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА

## **Водопотребление:**

- унитазы с двойным сливом;
- безводные писсуары;
- смесители и душевые насадки с экономным расходом воды;
- капельное орошение территорий;
- система полива территории управляется контроллером с использованием информации со спутников;
- система сбора и очистки дождевой воды.

## **Вторичное использование материалов:**

- 34% строительных материалов состоят из переработанных материалов.

## **Возможности индивидуального управления пользователей:**

- естественное проветривание с помощью открываемых окон;
- регуляторы расхода на устройствах системы вытесняющей вентиляции (напольные решётки);
- индивидуальные светодиодные светильники на рабочих столах;
- возможность изменения настроек системы искусственного освещения помещений.

## **Естественное освещение:**

- 92% помещений имеют возможность естественного освещения. Ширина офисных помещений (от окна до окна) 18 м. Специальные направляющие жалюзи используются на окнах южного фасада.

## **Прочие решения:**

- высокая тепловая масса здания;
- естественное проветривание и нахолаживание в ночное время;
- «воздушный» солнечный коллектор;
- лабиринт-аккумулятор в подземной части здания;
- термоактивные конструкции;
- фрикулинг дата-центра;
- утилизация 75% строительного мусора;
- в качестве несущих конструкций металлического каркаса применены бывшие в употреблении трубы газопровода;
- 59% отделочных материалов из дерева сертифицировано.

## ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Наименование:** Федеральный центр South Building 1202.

**Расположение:** Сиэтл (США).

**Владелец:** U. S. General Services Administration.

**Основное назначение:** Многофункциональный офисный центр  
Общества американских военных инженеров.

**Типы помещений:** офисные помещения, серверные, тренажёрный зал.

**Количество сотрудников – 530 человек.**

**Проектная вместимость – 736 человек.**

**Заполняемость помещений – 72 %.**

**Общая площадь – 19 420 м<sup>2</sup>.**

**Кондиционируемая площадь – 17 520 м<sup>2</sup>.**

Награды и достижения:

- **2014** – GSA Design Awards;
- **2013** – AIA COTE «Зелёные проекты Top-10» (Top 10 Green Projects);
- **2013** – Национальная премия в области проектирования и строительства Американского строительного института;
- **2013** – Премии за выдающийся проект.

**Стоимость проекта – 72 млн долл США. Стоимость квадратного метра – 3 700 долл. США.**

**Завершение основных строительных работ: 2012 год.**



**Атриум находится в центре здания и предоставляет доступ ко всем помещениям общего назначения, включая переговорные комнаты, библиотеку, столовую и места для неформального общения, создавая атмосферу взаимодействия и чувства общности.**

# Концепция проекта

- \* Проект стоимостью в 72 млн долл. США стал первым опытом применения заказчиком (GSA) контракта с «согласованным энергопотреблением». Особенностью этого типа контракта является удержание с подрядчика гарантийной суммы, до момента подтверждения приборами энергоучёта соответствия годового энергопотребления проектному (согласованному до заключения контракта). Сейчас использование подобных контрактов становится трендом в строительной отрасли США. Результат оправдал ожидания – по уровню энергопотребления здание является одним из лучших офисных проектов, реализованных за последние годы.

## \* **ОБЪЁМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ**

\* **Годовое потребление воды – 756 000 л.**

\* **Полив территорий – 5,7 млн л.**

\* **Градирня – 8,3 млн л.**

\* **Территория комплекса поглощает 99 % годовых осадков. Дождевая вода с кровли здания поступает в систему сбора и очистки с ёмкостью 100 000 л.**

- При строительстве и отделке помещений в зоне атриума использовались деревянные панели, колонны и балки, демонтированные из старого здания склада, находящегося на строительной площадке. Всего около 200 000 деревянных элементов было демонтировано, восстановлено и использовано в новом проекте. Для усиления несущих способностей деревянных колонн, количество которых было ограничено, конструкторы разработали специальные узлы крепления с перекрытием – использовались металлические болты и пластины.
- \* Для вентиляции и кондиционирования переговорных используются VAV-боксы (переменный расход воздуха). Контроль расхода и температуры приточного воздуха осуществляется по датчикам температуры и CO<sub>2</sub>.

\*



**Офисные помещения.** Вывод переговорных и прочих помещений общего назначения в центральную часть здания позволил избежать создания лишних перегородок и, как следствие, максимально эффективно использовать возможности естественного освещения для офисных помещений.

# КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА

- \* **Водопотребление.** Санитарно-технические устройства с экономичным расходом воды. Система сбора, очистки и использования дождевой воды используется для подпитки градирни, полива территорий и смыва воды в туалетах.
- \* **Вторичное использование материалов.** Около 200 000 досок были демонтированы и восстановлены после сноса старого склада на площадке строительства. Сталь, используемая при строительстве, производилась из утилизированного сырья.
- \* **Естественное освещение.** 61 % помещений имеют естественное освещение.
- \* **Система автоматизации.** Индивидуальный контроль освещения на рабочих местах. Датчики присутствия, датчики освещённости, BMS.
- \* **Стратегия снижения углеродного следа.** Высокоэффективная система отопления, вентиляции и кондиционирования. Использование при строительстве и отделке материалов восстановленных после демонтажа складского здания.
- \* **Прочее.** Использование в проекте аккумулятора тепловой энергии на базе РСМ – материалов изменяющих агрегатное состояние.

# Энергоснабжение здания

- \* Использование водяной системы отопления и пассивных климатических балок, также работающих на воде, позволило внедрить в проект энергоснабжения РСМ (Phase Changing Materials – материалы, изменяющие агрегатное состояние) аккумулятор тепловой энергии, вертикальный грунтовый теплообменник и чиллер с рекуперацией теплоты, работающие вместе в едином цикле.
- \* Грунтовый теплообменник из полиэтиленовых труб интегрирован в сваи, на которых стоит здание. Всего использовано 135 свай, уходящих на глубину 48 м.
- \* РСМ-аккумулятор тепловой энергии – это огромный резервуар цилиндрической формы, заполненный специальным соляным раствором.

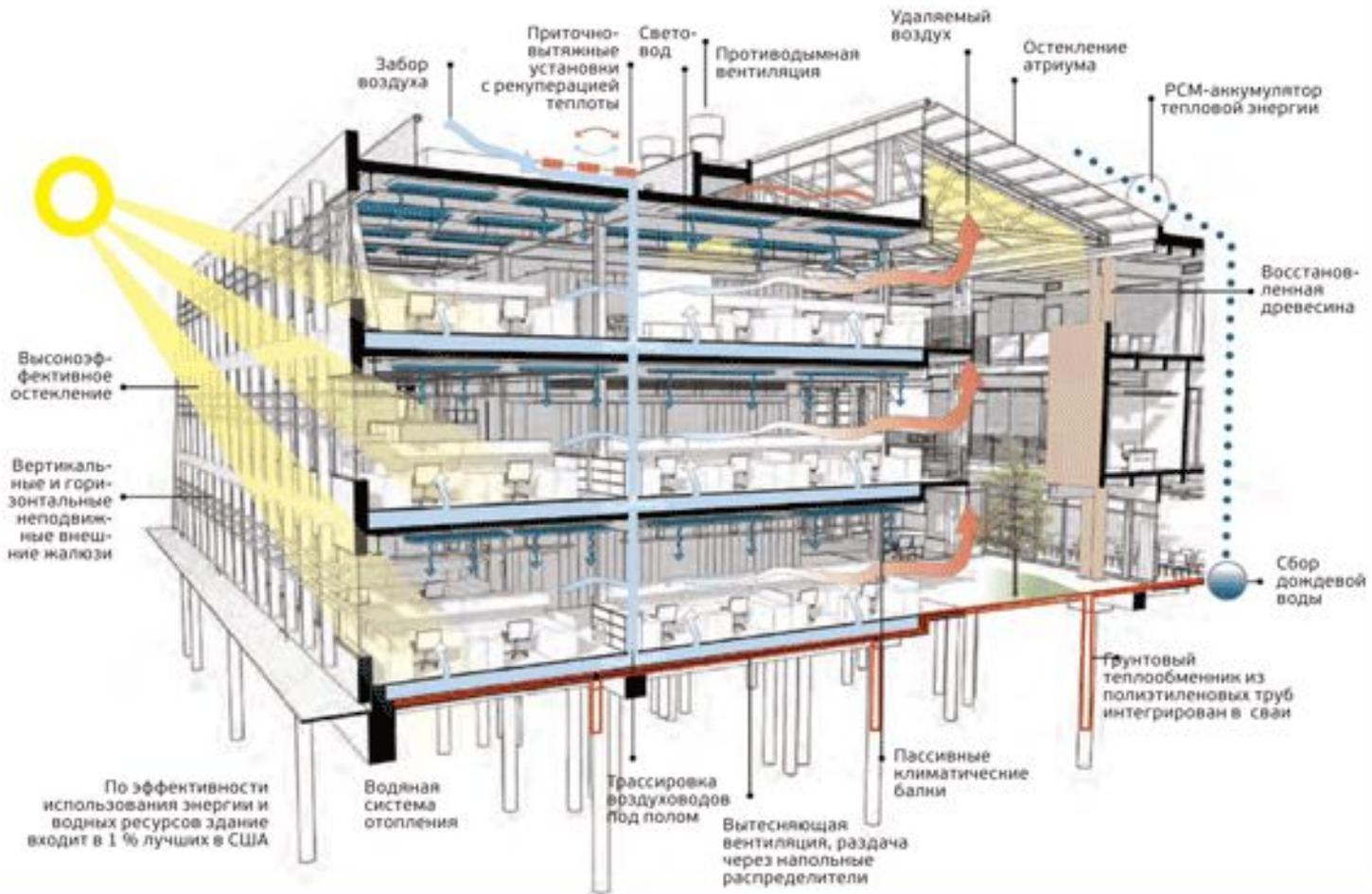
## **ВПЕРВЫЕ ИСПОЛЬЗОВАНО В ПРОЕКТЕ**

Проект является одним из первых в регионе, где структурные сваи совмещены с грунтовым теплообменником и использован РСМ-аккумулятор тепловой энергии.

Два уникальных продукта: пассивные климатические балки и световоды для открытых офисных пространств были разработаны и изготовлены специально для этого проекта.

Для оптимизации повторного использования деревянных конструкций, демонтированных из старого склада на площадке строительства, команда разработала, протестировала и построила первую систему композитных перекрытий (бетон/дерево) в США.

## КОНЦЕПЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ



## ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Наименование:** штаб-квартира Фонда Билла и Мелинды Гейтс.

**Расположение:** Сиэтл (США).

**Владелец:** Фонд Билла и Мелинды Гейтс.

**Основное назначение:** многофункциональный офисный центр.

**Типы помещений:** офисные, коммерческие, общественного питания.

**Количество сотрудников** – около 2 000.

**Проектная вместимость** – до 2 500.

**Заполняемость помещений** – 80 %.

**Общая площадь** – 83 000 м<sup>2</sup>.

**Площадь первой очереди строительства**(запущена в эксплуатацию) – 61 000 м<sup>2</sup>.

**Награды и достижения:**

- **2011** – «Платиновый» сертификат LEED-NC 2.2;
- **2012** – IES Illumination Awards (Award of Excellence);
- **2013** – 2-е место ASHRAE Technology Awards (New Commercial Buildings).

**Общая стоимость строительства** – 500 млн долл. США.

**Стоимость квадратного метра** – 6 000 долл. США.

**Завершение первой очереди строительных работ:** октябрь 2011 года.



## ТЕХНОЛОГИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

**Водоснабжение и канализация.** В проекте используются санитарно-технические устройства с экономичным расходом воды. Предусмотрен резервуар объёмом 3 800 л для сбора дождевой воды и конденсата от системы кондиционирования воздуха. Использование чиллера наружной установки с воздушным охлаждением конденсатора вместо чиллера с водяным охлаждением также положительно влияет на водопотребление.

### **Вторичное использование материалов:**

- 96 % строительного мусора было отсортировано на объекте и отправлено на вторичную переработку;
- пятая часть офиса построена с применением конструкций из переработанных материалов или произведённых в радиусе 800 м от площадки строительства.

**Искусственное освещение.** Используются датчики освещённости и диммеры.

**Индивидуальный контроль микроклимата.** В офисных помещениях предусмотрена система вытесняющей вентиляции с раздачей через напольные решётки, оснащённые опцией регулирования расхода воздуха. В кабинетах и переговорных комнатах установлены пульта для контроля микроклимата и уровня освещения.

### **Стратегия снижения углеродных выбросов:**

- вытесняющая вентиляция, высокоэффективные чиллеры и котельная;
- хранилище тепловой энергии;
- солнечный коллектор;
- естественная вентиляция в атриуме;
- ЦОД спроектирован для работы при высоких температурах.

**Транспортная доступность.** Штаб-квартира расположена в центре города.

\* В офисных помещениях используется вытесняющая вентиляция с распределением воздуха из напольных решёток. Воздуховоды проложены в конструкции пола. В качестве приборов отопления применяются встроенные в пол конвекторы с вентилятором. Система вытесняющей вентиляции более экономична в сравнении с перемешивающей системой как с точки зрения энергопотребления вентилятора, так и с точки зрения эффективности

В системе холодоснабжения предусмотрена опция утилизации теплоты обратной воды для нужд теплоснабжения. Основным источником является собственная газовая котельная мощностью 4,6 МВт.

# Атриум

- \* Четырёхэтажный атриум со 100 %-м остеклением со стороны юго-восточного и юго-западного фасадов – это аудитория, способная вместить до 1 000 человек и предназначенная для неформального общения сотрудников. Пол атриума представляет собой термоактивную конструкцию для отопления и охлаждения помещений. Значительную часть времени воздухообмен и кондиционирование воздуха атриума осуществляются исключительно за счёт естественной вентиляции через двери и окна (оснащены приводом для открытия и закрытия). В остальное время, когда характеристики наружного воздуха не дают возможности поддерживать комфортные показатели микроклимата посредством естественной вентиляции, используются компактные фасадные приточные установки со встроенным теплообменником для подготовки приточного воздуха и вытяжной вентилятор, расположенный в верхней зоне помещения.

## Солнечный коллектор



Практически половина потребности в энергии для нужд горячего водоснабжения покрывается за счёт солнечного коллектора, установленного на крыше здания. Эта опция была добавлена в проект уже на этапе строительства, для того чтобы ещё больше снизить потребление энергии из внешних сетей и продемонстрировать приверженность фонда идее использования возобновляемых источников энергии.

- \* Значительное влияние на снижение энергопотребления офиса оказали:
- \* система вытесняющей вентиляции;
- \* подземное хранилище тепловой энергии;
- \* солнечный коллектор;
- \* система автоматизации;
- \* экономайзер в чиллере;
- \* дата-центр, спроектированный для работы при относительно высоких температурах.

\* Дождевая вода с кровли зданий и мостовых благоустроенной территории собирается в резервуар объемом 3 800 л. В дополнение к дождевой воде в резервуаре скапливается и конденсат от системы кондиционирования воздуха – около 1 000 л (в летний период). Резервуар позволяет на 95 % покрыть потребность в воде на полив прилегающей территории и смыв воды в туалетах.

\* Резервуар для хранения дождевой воды объемом 3 800 л находится непосредственно под благоустроенной площадью перед входом в фонд



# Транспортная доступность

Фонд неслучайно выбрал площадку под строительство штаб-квартиры в центре города, а не в пригороде. Согласно расчётам, это дало возможность значительно сократить углеродные выбросы, связанные с поездками сотрудников в офис. Добраться в центр Сиэтла можно на автобусе, метро или автомобиле. Фонд совместно с городом развивает программу по снижению углеродных выбросов от автомобилей и продвигает среди сотрудников идею совместного использования автотранспорта, когда водитель, планируя маршрут дом-работа-дом, набирает попутчиков среди коллег. Сотрудники фонда (60%), проживающие в Сиэтле, приезжают в офис на велосипеде.



- \* Штаб-квартира фонда располагается в центре города, что обеспечивает лёгкую транспортную доступность: 60 % персонала добираются до офиса, не используя личный автомобиль – на велосипеде, на общественном транспорте либо пешком