

УСТРОЙСТВА И ПРИЁМЫ, ПОВЫШАЮЩИЕ УРОВЕНЬ ОСВЕЩЁННОСТИ ЕСТЕСТВЕННЫМ СВЕТОМ В ГЛУБИНЕ ПОМЕЩЕНИЯ

Корзун В.В., Ходасевич Д.Ю.

Научный руководитель – Ковальчук О.И.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

Развитие современной архитектуры идет в направлении ее «зеленых стандартов». Один из параметров экологичности зданий — освещение помещений естественным светом солнца, поскольку за тысячелетия своего развития глаз человека адаптирован к спектру солнечного света. Любой искусственный светильник имеет спектр излучения отличный от солнечного, в связи с чем искусственный свет воспринимается как инородный. Естественное освещение является не только экологичным, но также энергосберегающим, поскольку архитектурными средствами можно увеличить продолжительность его использования и, тем самым, сократить расход электроэнергии.

Проблемой современных освещений является значительная неравномерность: в области окна света всегда много, а в глубине помещения его не хватает. В архитектурно-строительной практике существует ряд приемов, способствующих повышению равномерности естественного освещения (рис. 1).

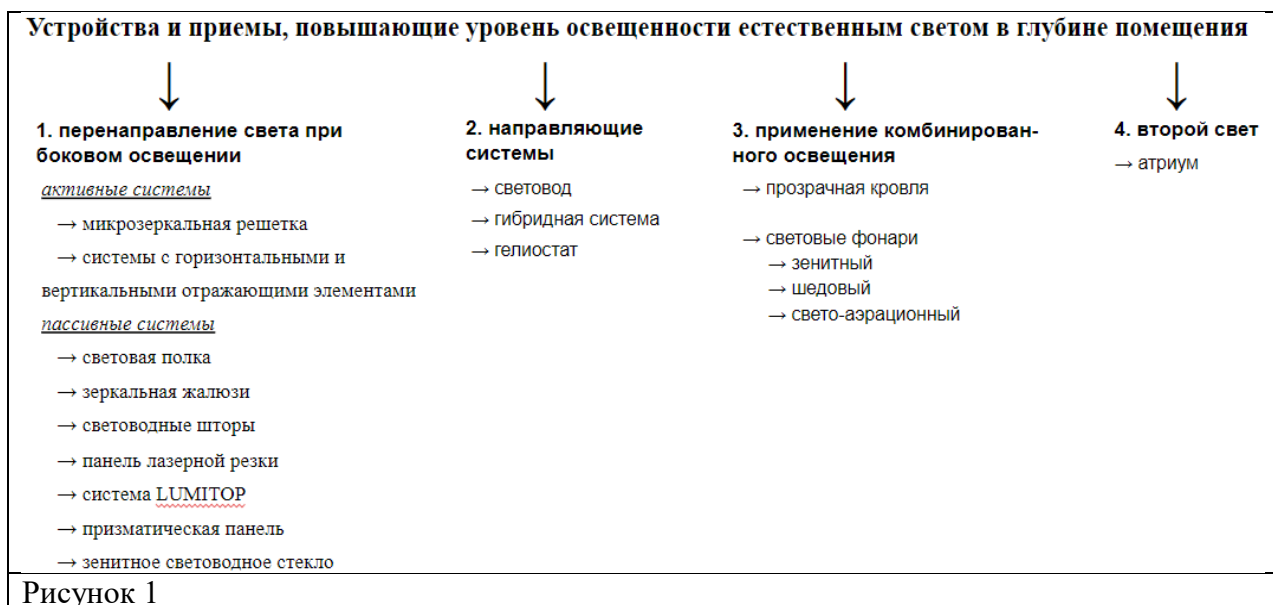
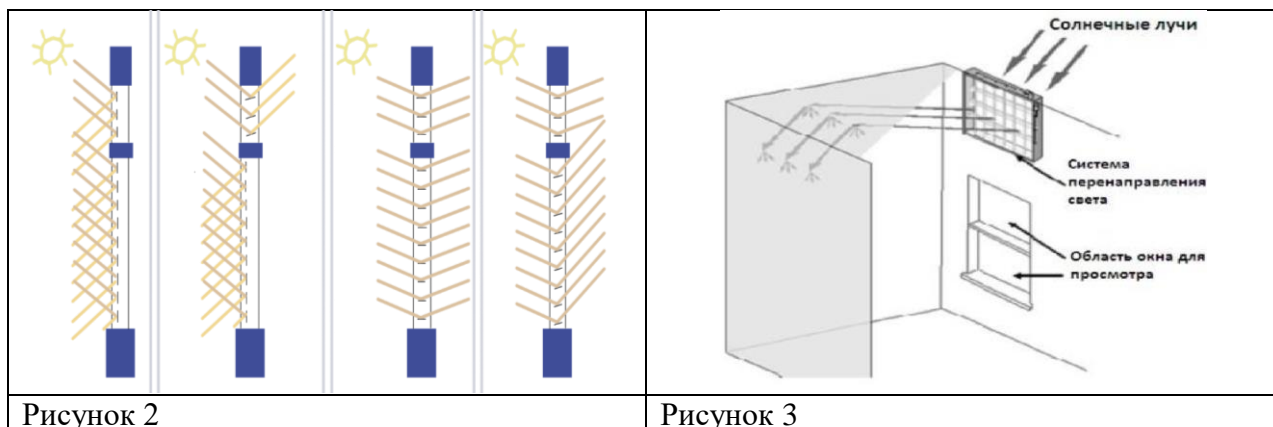


Рисунок 1

Особенность активных устройств первой группы – это использование автоматических механизмов, не нуждающихся в управлении человеком. В пассивных устройствах автоматизация отсутствует.

Микрозеркальная решетка – система, которая устанавливается между стеклами окна. Она состоит из миллионов микрозеркал, а интеллектуальная

система датчиков позволит получить любую конфигурацию освещения (рис.2).

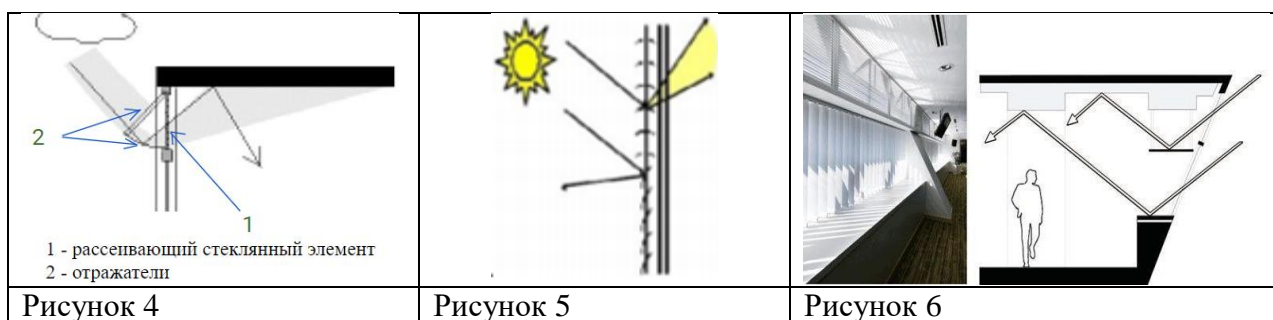


Система с горизонтальными и вертикальными отражающими элементами захватывает и перенаправляет солнечные лучи на расстояние более 20 метров. Микроконтроллер вращает элементы и регулирует попадание светового потока в различных направлениях. Далее солнечное излучение направляется через потолок на верхнюю часть дальней стены (рис. 3).

Световодные шторы. Затеняющая система устанавливается в зданиях, находящихся в субтропическом климате. Она состоит из рассеивающего стеклянного элемента (1) и двух отражателей (2). Световодная штора закрепляется над окном, затеняя его от прямых солнечных лучей (рис. 4).

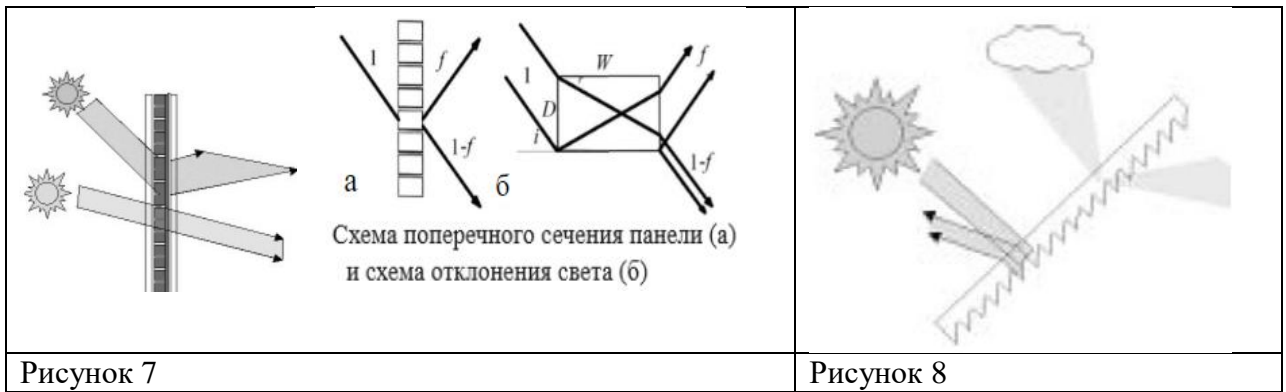
Благодаря затеняющим панелям солнцезащитную функцию выполняют и зеркальные жалюзи. Перенаправляя свет на потолок, они распределяют его на дальние поверхности (рис. 5).

Световая полка устанавливается в стене здания в области окна снаружи или внутри помещения. В направлении света участвует и потолок, поверхность которого имеет высокий коэффициент отражения (рис. 6).



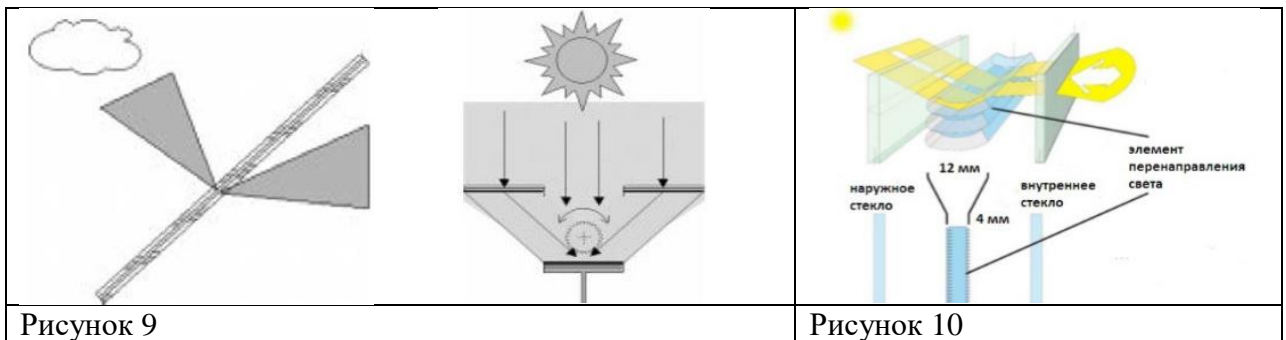
Панель лазерной резки изготавливается из прозрачного акрила. В своей структуре она имеет параллельные разрезы, которые помогают перенаправлять свет (рис. 7).

Призматические панели — тонкие, плоские, пилообразные панели из прозрачного акрила. В процессе перенаправления часть солнечных лучей проникает вниз и даёт блики. Но при правильном профиле и наклоне этого можно избежать (рис. 8).



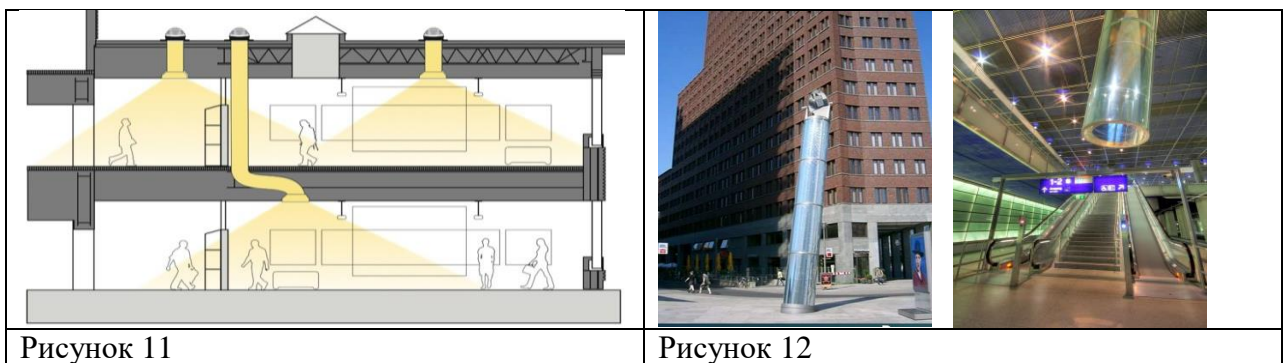
Основной компонент зенитного световодного стекла — полимерная пленка с голографическими дифракционными решетками, находящимися между двумя стеклами. При попадании прямых солнечных лучей система вызывает разложение света, поэтому ее лучше использовать только на фасадах, освещаемых рассеянным светом (рис. 9).

Система LUMITOR входит в структуру верхней части окна и состоит из непрозрачных вогнутых акриловых элементов. Линзообразный профиль, обращенный к солнцу, расширяет угол света и уменьшает количество бликов до минимума (рис. 10).



К группе «направляющие системы» относятся устройства, имеющие более сложную конструкцию и крупные габариты. Перед тем как направить свет вглубь помещения, они его собирают.

Полюе световоды состоят из светоприемного устройства, располагающегося снаружи здания, из трубчатой секции, транспортирующей свет, и диффузора для распределения света в помещении. Оптическое устройство наружного светоприемника может принимать и прямой, и рассеянный солнечный свет (рис. 11).



Разновидностью световода можно считать световой колодец. Его плюсом является использование в структуре коллектора подвижных зеркал, поворачивающихся по мере движения солнца (рис. 12).

Гибридная система — автономная система, которая работает идентично «световому колодцу». В ее структуру дополнительно включаются солнечные батареи и аккумуляторы для накопления солнечной энергии и использования ее в пасмурные дни и ночное время (рис. 13).



Рисунок 13

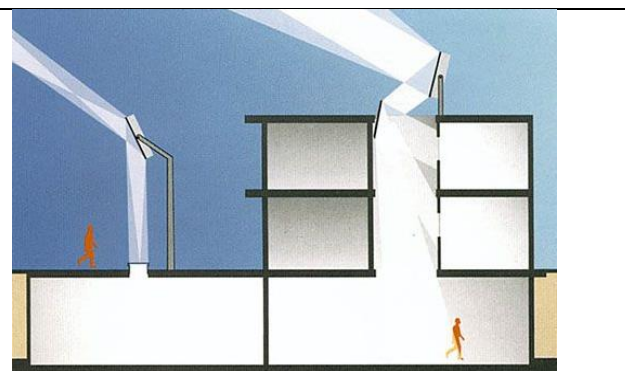


Рисунок 14

Гелиостат — приёмно-концентрирующее устройство, которое принимает и перенаправляет свет на «зеркальную стену», с которой свет направляется либо непосредственно во внутреннее пространство, либо через световые шахты в труднодоступные для освещения места (рис.14).

В группе “применение комбинированного освещения” рассмотрены устройства, через которые проникает верхний и боковой свет.

Зенитные фонари предназначены для доступа естественного освещения в здание, вентилирования помещения и дымоудаления. Эффективность фонаря повышается при высоком положении солнца. При комплектации ручным механизмом световой фонарь используется в роли люка для выхода на крышу (рис. 15).

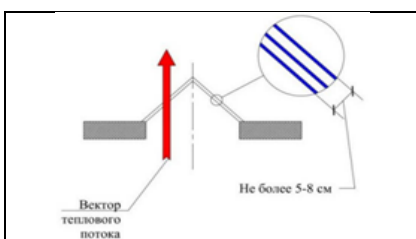


Рисунок 15

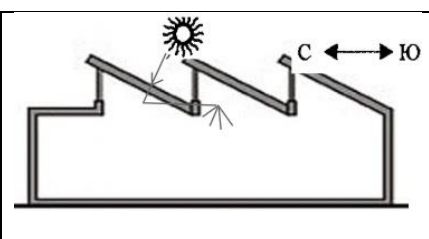


Рисунок 16

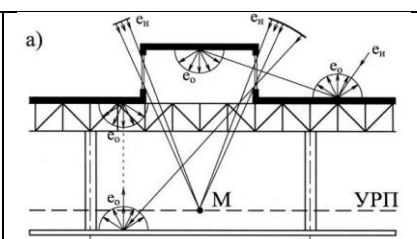


Рисунок 17

Шедовые фонари создают в помещениях равномерное диффузное освещение. Это осуществляется благодаря светопрозрачному ограждению, ориентированного на север, и наклонного покрытия, внутренняя поверхность которого отражает световые лучи (рис. 16).

В свето-аэрационных фонарях большое значение имеет свет, отраженный от прилегающих участков кровли на потолок фонаря. Как видно на слайде они имеют разнообразную конфигурацию. При использовании очень светлой кровли и потолка освещенность увеличивается в 1.5 раза (рис. 17).

Выделяют прозрачную кровлю из поликарбоната, ПВХ, полистирола, силикатного стекла. Последний материал используется для прозрачной черепицы, которая имеет дополнительную функцию. Под неё могут устанавливаться резервуары, наполненные водой или нагревательные элементы. Под действием сфокусированных солнечных лучей они быстро нагреваются, что решает проблему отопления и горячего водоснабжения.

К группе «второй свет» относится атриум, поскольку только он выполняет свою функцию при пропускании лишь верхнего света.

Проходя через атриум, солнечный свет отражается от боковых стен и перераспределяется на нижние этажи. При его рациональной схеме использования на каждый уровень поступает достаточное количество естественного света, а остальная часть распределяется на нижележащие этажи.

Для сравнения всех способов обратимся к таблице 1 (Приложение 1).

Микрозеркальная решетка, система с горизонтальными и вертикальными элементами и система LUMITOR не получают широкого распространения из-за высокой стоимости. Регулярной чистки от снега и пыли требует зеркальная жалюзи и световая полка, которая устанавливается снаружи здания. Световодная штора в основном используется в жарких странах и не подойдет для нашей. Остальные методы наиболее подходят для использования в нашей стране. В том числе световая полка и зеркальная жалюзи, но с условием, что она будет установлена внутри помещения. Преимущество световода, гелиостата и гибридной системы — это использование их для повышения освещенности в труднодоступных местах. Они недешевые и трудоёмкие в уходе, но в нашем климате, вероятно, не проявят себя в полной мере. Атриумы и световые фонари широко применяются в нашей стране. Прозрачная кровля встречается реже, но это связано с ее высокой стоимостью.


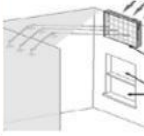
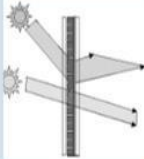
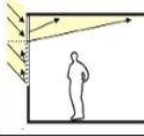
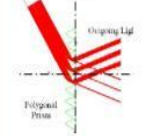

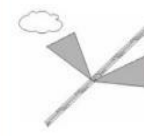
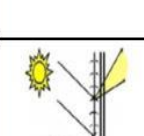
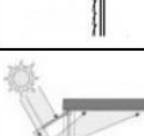
Таким образом, в нашей стране можно использовать большинство методов, но принимая во внимание вышеперечисленные недостатки.

Литература

1. И.Ю. Лошкарёв, Н.В. Осадчий, А.Я. Аберясьев, С.В. Саенко. Активные системы светозахвата для освещения помещений // Актуальные проблемы энергетики АПК (Саратов, 22 апреля 2019) – Саратов, 2019. – С. 142-146.
2. Н. И. Вавилова. Анализ и классификация систем перенаправления естественного освещения для помещений АПК // АПК России. – 2019. – Т.26, №4. – С. 541-547.
3. Малышева, А. Н. Анализ применимости различных систем естественного освещения для зданий гражданского назначения / А. Н. Малышева, М. С. Кононова, Ю. А. Воробьева // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 2(5). – с. 9-17.
4. Макаревич А.В. Безрамное остекление в архитектуре // Международный студенческий строительный форум – 2016 (Белгород, 24 ноября 2016) – Белгород, 2016. – С. 628-631.
5. Fenster der Zukunft – Interview mit Prof. Dr. Andreas Neyer, Technische Universität Dortmund [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mein-bau.com/25153/fenster-der->

- zukunft-interview-mit-prof-dr-andreas-neyer-technische-universitaet-dortmund/ – Дата доступа: 11.04.2020.
6. Расчет и проектирование естественного освещения помещений: учебное пособие / И.В.Мигалина, Н.И.Щепетков. – М.: МАРХИ, 2013. – 72 с.
 7. Mirror Heliostats [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.new-learn.info/packages/clear/visual/buildings/options/core/mirror_heliostat.html/ – Дата доступа: 11.04.2020.
 8. SolTech energy: crystalline solar panel roofing system [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.designboom.com/technology/soltech-energy-crystalline-solar-panel-roofing-system/> – Дата доступа: 11.04.2020.
 9. Стецкий С.В. Солнцезащита помещений производственных зданий с естественным освещением через систему световых колодцев // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 4. С. 72-76
 10. Н.А. Калинкина, И.В. Жданова, А.А. Кузнецова. Систематизация видов естественного освещения зданий // Градостроительство и архитектура. 2019. Т. 9, № 4. С. 124–131. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.18.
 11. А. В. Курносенкова. Актуальность использования атриумов в структуре школьных зданий // Наука молодых – будущее России (Курск, 13-14 декабря 2017) – Курск, 2017 – С. 214-217.
 12. И. Ю. Лошкарев, А. И. Стерхов, Т. А. Широбокова, Ю. Д. Вахрушева. Эксплуатационные свойства и характеристики полых трубчатых световодов и зенитных фонарей // АПК РОССИИ – 2019. – Т.26, №4. – С. 548-552.
 13. ТКП 45-2.04-153-2009 (02250). Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования.

Приложение. Таблица 1. Сравнение устройств и приемов, повышающих уровень освещенности естественным светом в глубине помещения

| параметры устройства и приемы повышения освещенности | | предпроектная информация | | | | | | | конструктивные особенности устройства | | | инженерно-физические характеристики | | | визуальные качества и необходимый уход | | | | | |
|--|-----------|--|--|----------------------|------------------------------------|---|---|---|--|---------------------------------------|----------------------|---|---|---|--|---|--|--|--|--------------------------------|
| | | характер отрабачного света | необходимость прямого солнечного воздействия | регион применения | ориентация по сторонам света | тип здания, в котором применяется | место применения | установка | стоимость | автоматизация процесса | механизм действия | использование отражающих поверхностей | влияние на теплопотери | экономика электроэнергии | дополнительное применение | сколько дополнительно места занимает в пространстве | изменения в экстерьере и интерьере | особый уход | | |
| перенаправление света при боковом освещении | активные | микрзеркальная решетка | рассеянный | да | любой климат | важна для большей эффективности | любой | пространство между стеклами в окне | не отличается от установки обычного окна | высокая | да |  | да | зависит от того, продельвается ли проем в ограждающей конструкции для ее установки | да | как солнцезащитное устройство | не занимает | в закрытом положении тонированное окно | не требуется | |
| | | система с горизонт-ыми и вертик-ыми отражающими элементами | рассеянный | да | X | | любой | в стене над окном | X | высокая | да |  | да | теплопотери увеличиваются | да | нет | занимает пространство над окном | над окном дополнительный проем | требуется чистка составляющих элементов | |
| | пассивные | панель лазерной резки | рассеянный | да | любой климат | | любой | окно | не отличается от установки обычного окна | X | нет |  | нет | зависит от того, продельвается ли проем в ограждающей конструкции для ее установки | да | нет | не занимает | искажается видимость через стекло | не требуется | |
| | | система LUMITOR | рассеянный | да | любой климат | | любой | пространство между стеклами в окне | не отличается от установки обычного окна | высокая | нет |  | да | зависит от того, продельвается ли проем в ограждающей конструкции для ее установки | до 30% | нет | не занимает | искажается видимость через стекло | не требуется | |
| | | призматическая панель | рассеянный, но может давать блики | да | любой климат | | любой | окно, крыша | не отличается от установки обычного окна | X | нет |  | нет | зависит от того, продельвается ли проем в ограждающих конструкциях для ее установки | да | как солнцезащитное устройство | не занимает | искажается видимость через стекло | не требуется | |
| | | световая полка | рассеянный | да | любой климат | | любой | в районе окна внутри или снаружи | закладывается на стадии проекта | невысокая | нет |  | да | не влияет | да | как солнцезащитное устройство, при расположении снаружи | занимает пространство в верхней части окна внутри или снаружи | выступ в районе окна интерьере и в экстерьере | требуется регулярная чистка, если находится снаружи | |
| | | зенитное световодное стекло | рассеянный | нет | умеренный климат | | любой | пространство между стёклами в верхней части окна, на крыше | не отличается от установки обычного окна | X | нет |  | нет | зависит от того, продельвается ли проем в ограждающих конструкциях для ее установки | да | нет | занимает пространство в верхней части окна снаружи | искажается видимость через стекло | не требуется | |
| | | | | | | | | снаружи над окном | закладывается на стадии проекта | X | нет | | | не влияет | да | | | | | |
| | | зеркальная жалюзи | рассеянный | да | любой климат | | важна для большей эффективност и | любой | внутри помещения или снаружи в области окна | не закладывается на стадии проекта | X | нет |  | да | не влияет, но возможен перегрев помещения | да | как солнцезащитное устройство | занимает пространство в области окна внутри или снаружи | загораживает вид из окна | требуется регулярная чистка |
| | | световодные шторы | рассеянный | да | жаркий климат | | важна для большей эффективност и | любой | над окном | закладывается на стадии проекта | X | нет |  | да | теплопотери увеличиваются | да | как устройство солнцезащиты | занимает пространство в верхней части окна | пространство над окном, выступает в виде козырька в интерьере | требуется регулярная чистка |