



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СТЕКЛА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

SMART GLASSES FOR INFORMATION SECURITY AND ELECTROMAGNETIC SAFETY

С.Ильин, В.Лучинин / *cmid_leti@mail.ru*
S.Ilin, V.Luchinin

Современные тенденции разработки высокотехнологичных стекол на основе наноматериалов и с применением нанотехнологий определяют в качестве базовых направлений их эволюции создание систем архитектурной фотоники [1] с элементами интеллекта, энергонезависимости и информационной безопасности.

Modern trends in the development of high-tech glasses based on nanomaterials and nanotechnology define as the basic directions of their evolution, the creation of systems architectural Photonics [1] with elements of intelligence, independence and information security.

Подавляющее большинство представленных сегодня на рынке интеллектуальных стекол ориентировано на энергоэффективное обеспечение светового и климатического комфорта [2]. Однако в процессе создания комфортной среды не менее значимо обеспечение ее безопасности, в первую очередь, – от нежелательных внешних воздействий. Чувство защищенности является неотъемлемой составляющей психологического комфорта. Современное понимание качества жизни в деловой и частной сфере немыслимо без приватности и информационной безопасности. Перечисленные факторы повышают роль интеллектуальных стекол в технических системах защиты от несанкционированного съема информации и нежелательных акустических и электромагнитных воздействий.

ОПТИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛЬНАЯ И АКУСТИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА

Большинство интеллектуальных стекол – цветные и обладают свойствами зеркального отражения или односторонней прозрачности. Эти качества востребованы для визуальной защиты помещений, особенно в сочетании со снижением интенсивности солнечного излучения в видимом диапазоне. Психологический комфорт на уровне индивидуального восприятия во многом определяется визуальной

защищенностью от нежелательного внешнего доступа. Традиционные для решения этих задач шторы или жалюзи, по сути, блокируют естественное освещение, создавая сильное затемнение. Комфортное естественное освещение интеллектуальных стекол повышает не только психологический, но и физический комфорт от пребывания в помещении в светлое время суток. Минимизация использования искусственного освещения обеспечивает энергоэффективность.

Интеллектуальные стекла повышают информационную безопасность. Внешнее визуальное наблюдение с помощью технических средств обычно производится из соседних зданий или окружающей местности для несанкционированного доступа к информации на бумажных или электронных носителях, а также для идентификации присутствующих в помещении. Возможен также контроль содержания разговоров по артикуляции рта. В качестве пассивных технических средств могут использоваться бинокли, а также фото- и видеокамеры. Используя оптику с фокусным расстоянием от 1000 до 2000 мм, качественный просмотр текстов с высотой букв от 3 до 6 мм возможен с 50–100 м, а контроль артикуляции рта – на удалении до нескольких сотен метров.

Для оценки визуальной защиты проводились исследования [3] оптических характеристик



Рис.1. Архитектурная пленка серии «Премиум» фирмы Llumar
Fig.1. "Premium" series of architectural films by Llumar

архитектурных пленок серии "Премиум" фирмы Llumar (рис.1). В дневное и сумеречное время их применение существенно ограничивало внешний доступ к информации на экранах, мониторах и бумажных носителях, а также практически исключало визуальный контроль артикуляции рта человека. В вечернее и ночное время необходимы комплексные решения, например, включение в состав стеклопакета электрохромного стекла, режим затемнения которого в темное время суток логично дополняет возможности архитектурных пленок в светлое время.

Максимальный уровень визуальной защиты могут обеспечить интегральные или специализированные решения. Например, своеобразный вклад в визуальную защиту способны внести OLED-стекла. Существуют интеллектуальные стекла [4, 5], в которых прозрачные OLED-модули



Рис.2. OLED-окно института RIOE
Fig.2. OLED window by RIOE institute

размещены непосредственно на поверхности флоат-стекла (рис.2), придавая светопропускающим системам функции искусственного светильника и повышая визуальную защищенность в темное время суток.

Не менее востребован акустический комфорт и безопасность помещений. С одной стороны, в условиях современного мегаполиса максимальная изоляция от воздействия внешних шумов просто необходима, с другой стороны, надежная звукоизоляция требуется для приватности и конфиденциальности информации. В современных зданиях и сооружениях, как правило, именно стекла наиболее акустически уязвимы.

В интеллектуальных стеклах многослойные функциональные покрытия двукратно ослабляют уровень акустических шумов. Вакуумированные многофункциональные сте-

The vast majority are already on the market intellectual glasses is focused on providing energy efficient lighting and climate comfort [2]. However, in the process of creating a comfortable environment is equally significant to guarantee safety, primarily from unwanted external influences. The sense of security is an integral component of psychological comfort. The modern understanding of quality of life in the business and the private sphere is impossible without privacy and information security. These factors enhance the role of intellectual glasses in technical

systems of protection against unauthorized eavesdropping and unwanted acoustic and electromagnetic influences.

OPTICAL VISUAL AND ACOUSTIC PROTECTION

Most smart glasses - colored and possess qualities mirror or one-way transparency. These qualities are in demand for the visual protection of the premises, especially in combination research Institute with a reduction in the intensity of solar radiation in the visible range. Psychological comfort level of individual perception is largely determined by the visual

protection from unwanted external access. Traditional solutions for these tasks curtains or blinds, in fact, block the natural-Noe lighting, creating a strong darkening. Comfortable natural light smart glasses not only increases the psychological and physical comfort of staying indoors in the daytime. Minimizing the use of artificial lighting provides energy efficiency.

Intelligent glass enhance information security. External visual observation with the help of technical means is usually made from neighboring buildings or the surrounding area for



клопакеты и триплексы с термохромными или электрохромными стеклами усиливают акустическую защиту в 2–4 раза. По звукоизоляции они сопоставимы с несущими строительными конструкциями стен и перекрытий.

В особо критичных к уровням акустических шумов ситуациях применяются специальные решения. Чаще всего это триплексы с многослойной внутренней структурой из полимерных материалов, обладающих повышенными звукоизолирующими свойствами. Фирма "Ярви" в звукоизолирующем стекле AKUSTA использует слой особого акрила. Триплексное стекло Saflex A фирмы Solutia содержит слой акустического поливинилбутирата. Эффективность акустической защиты таких стекол, в первую очередь, определяется толщиной и составом полимерных слоев. Поскольку специальные стекла повышают акустическую защиту в 4–8 раз, может потребоваться дополнительная звукоизоляция стен и перекрытий. При совместном использовании с низкоэмиссионными или электрохромными пленками такие комплексные защитные системы одновременно повышают комфорт.

ЗАЩИТА ОТ АКТИВНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АКУСТИЧЕСКОГО ПРОСЛУШИВАНИЯ

Прослушивание помещений возможно и в оптическом диапазоне частот. Воспроизводить разговоры позволяет анализ специальными системами зондирующего лазерного излучения,

отражаемого стеклом или другими поверхностями внутри помещений и транспортных средств.

Эффективность защиты от систем лазерного прослушивания исследовалась [6] применительно к архитектурным пленкам серии "Премиум" фирмы Llumar. В характерном для этих систем спектральном диапазоне (от 0,8 до 1,5 мкм) оценивались коэффициенты пропускания и отражения, а также эффекты рассеяния и деполяризации лазерного излучения. Было показано, что пленки не вносят дополнительного рассеяния и не искажают волновой фронт падающего лазерного излучения по сравнению с обычными стеклами. Однако прохождение через пленки существенно влияет на поляризацию лазерного излучения – в зависимости от угла падения она может изменяться с линейной на круговую. Деполяризация лазерного излучения при этом незначительна. Различия коэффициентов отражения в зависимости от угла падения излучения в исследованных пленках оказались малы (около 3%), не превышая погрешностей измерений. Полученные результаты подтверждают, что архитектурные пленки не могут полностью исключить лазерное прослушивание. Тем не менее, поскольку для получения информации, как правило, используется внутреннее стекло с наиболее высоким соотношением сигнал/шум, архитектурные пленки на внешнем или промежуточном стекле существенно ограничивают использование лазерных систем. Для

nesinc-tonirovannogo access to information on paper or electronic media, as well as to identify those present in the room. It is also possible to control the content of conversations on the articulation of the mouth. In Kutch as a passive technical means can be used binoculars, as well as photo and video cameras. Using optics with a focal length from 1000 to 2000 mm, quality view texts with a letter height of 3 to 6 mm possible with 50–100 m, and the control articulation of the mouth – a distance of several hundred meters.

For assessing visual protection research was carried out [3] optical characteristics of architectural plait-NOC series Premium company Llumar (Fig. 1). In the daytime and twilight time their use is significantly limited-kivalo external access to information on the screens, monitors and paper, as well as virtually IP-cloacle visual inspection of articulation of the mouth of man. In the evening and night time integrated solutions are needed, for example, the inclusion in the composition of the glass electrochromic glass, dimming mode in which the dark logical complement

to the architectural films in daylight.

The maximum level of eye protection can provide integrated or specialized solutions. For example, an original contribution to visual protection can make OLED glass. There are the intellectual glasses [4, 5], in which a transparent OLED modules are placed directly on the surface of float glass (Fig.2), giving the translucent systems functions of an artificial lamp and increasing visual protection in the dark.

No less popular acoustic comfort and security of the premises. On the one hand, in conditions



компенсации ослабления и изменения поляризации лазерного излучения пленками необходимы системы существенно большей мощности. Это значительно сужает спектр используемой аппаратуры и повышает вероятность ее обнаружения визуальными и инфракрасными средствами наблюдения. Необходимость приближения аппаратуры к светопропускающей системе усложняет обеспечение скрытности наблюдения.

Для усиленной защиты от электронно-оптических систем акустического прослушивания применяются специальные стекла. На рынке их можно встретить под марками Glass-SHIELD и Glassheat [7], причем последнее разработано и выпускается белорусской фирмой Glassbel. Многослойное металлизированное покрытие наносится на поверхность флоат-стекла и подключается с помощью прозрачных электродов к генератору случайных сигналов. В процессе работы генератор формирует на поверхности переменное электрическое поле, которое при взаимодействии с лазерным излучением прослушивающей системы преобразует отраженный от стекла сигнал в акустический шум. Специальные защитные возможности можно сочетать с энергоэффективной оптимизацией естественного освещения с помощью архитектурных пленок или электрохромных стекол.

Сходные защитные свойства приобретает низкоэмиссионное покрытие в так называемых электрообогреваемых стеклах, которые были впервые представлены в конце 1980-х годов. Покрытие,

выполняя функции нагревательного элемента, повышает защитные свойства светопропускающих систем, поскольку возникающее в процессе работы переменное электрическое поле эффективно противодействует лазерным системам прослушивания.

Электрообогреваемые стекла под названием Thermo Glass представляет фирма "ТермоГласс". Встроенный в стеклопакет датчик с высокой точностью отслеживает температуру стекла, которая регулируется в ручном или автоматическом режиме. Диапазон рабочих напряжений составляет от 12 до 220 В. Помимо усиления энергоэффективности и защитных свойств низкоэмиссионного стекла, появляется возможность для его интеграции в интеллектуальные системы обеспечения комфортной среды. Однако защитные свойства присутствуют только в электрически активном состоянии, что может противоречить созданию комфорта.

Как альтернатива, в качестве постоянно действующего средства борьбы с лазерными системами прослушивания могут использоваться электрически активные электрохромные стекла на основе оксидов металлов.

ЗАЩИТА ОТ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Электрически активные интеллектуальные стекла способны экранировать высокочастотное электромагнитное излучение от внешних источников и систем несанкционированного доступа

of a modern metropolis maximum isolation from external noise is necessary, with another hundred-Rhone, reliable soundproofing is required for privacy and confidentiality of information. In modern buildings, as a rule, glass the most acoustically vulnerable.

In intelligent glass multi-layer functional coatings weaken twice the level acoustic cal noise. Vacuumed multifunctional glazing and triplexes with thermochromic or electrochromic glass amplify acoustic protection in 2-4 times. For sound insulation, they are comparable with

bearing structures of walls and ceilings.

In particularly critical of the levels of acoustic noise situations apply special solutions. Most often it is the triplexes with a layered internal structure of polymeric materials having improved insulating properties. Firm "järvi" in soundproof glass AKUSTA uses layers of special acrylic. Saflex laminated glass A company Solutia contains layers of acoustic polyvinylbutyrate. Efficiency of acoustic protection of these glasses in the first place, determined by the thickness and composition of

the polymer-tion layers. Because of the special glass improves the acoustic protection in 4-8 times, may require additional insulation in walls and ceilings. When combined with low-emissivity or electrochromic films such complex defensive system while improving comfort.

PROTECTION AGAINST ACTIVE OPTICAL DEVICES, ACOUSTIC LISTENING

Play facilities possible in the optical range of frequencies. Play phone allows analysis of special systems of the probing laser radiation reflected by the glass or



к информации или контроля за перемещением объектов в помещениях.

Существующие специальные технические системы позволяют получать доступ к побочному высокочастотному электромагнитному излучению, возникающему в процессе обработки, передачи, размножения и хранения информации электронными, электрическими и радиотехническими устройствами. На основании этого удаленно принимаемого излучения возможно достоверное восстановление исходной обрабатываемой информации. Например, средние расстояния уверенного приема побочного излучения персонального компьютера в диапазоне 300–500 МГц могут составлять до сотен метров. В диапазоне до 1 ГГц функционирует и большинство используемых в настоящее время специальных устройств для скрытного съема информации. Данные миниатюрные устройства излучают высокочастотные электромагнитные сигналы, которые удаленно обрабатываются специальными системами контроля и накопления информации. Дальность их действия определяется параметрами источника питания, ресурсом автономной работы и чувствительностью приемной системы.

Сравнительный анализ прохождения высокочастотного электромагнитного излучения через флоат-стекло проводился [6] до и после нанесения архитектурной пленки серии "Премиум" фирмы Llumar. Эффективность экранирования (показывающая, во сколько раз уменьшается напряженность поля) архитектурных пленок в диапазоне

побочных излучений персональных компьютеров достигала 22–32 дБ, в диапазоне действия "жучков" – 25–29 дБ. Исследования архитектурных пленок других типов показывали, что эффективность их экранирования электромагнитного излучения составляла 20–25 дБ на частоте 300 МГц и более 40 дБ на частотах свыше 1 ГГц.

Таким образом, по эффективности экранирования высокочастотного электромагнитного излучения архитектурные пленки сопоставимы с основными несущими строительными конструкциями. Использование архитектурных пленок в светопропускающих системах существенно повышает информационную защиту помещений, уменьшая зону уверенного приема побочных излучений до единиц метров. При ослаблении сигнала в 20–40 раз реальная дальность действия устройства не превышает нескольких метров, что существенно ограничивает использование миниатюрных и сверхминиатюрных (наиболее защищенных от обнаружения) систем несанкционированного доступа. Для получения информации на безопасных расстояниях в сотни метров приходится использовать энергоемкие системы больших размеров, которые трудно скрытно установить и значительно проще обнаружить.

Помимо обеспечения информационной безопасности, во многих случаях актуально экранирование высокочастотного электромагнитного излучения радио- и телепередающих станций, систем сотовой и специальной связи, промышленных ВЧ- и СВЧ-установок. Исследования экра-

other surfaces inside the premises and vehicles.

The effectiveness of protection systems laser listening were investigated [6] applied to architectural film series "Premium" company Llumar. Characteristic of these systems spectral range (from 0.8 to 1.5 μm) was estimated coefficients of transmission and reflection, as well as the effects of scattering and depolarization of laser radiation. It was shown that the films do not introduce additional scattering and do not distort the wavefront of the incident laser radiation as compared with

conventional lenses. However, the passage through the film significantly affects the polarization of the laser radiation depending on the angle of incidence it can be changed from linear to circular. Depolarization of laser radiation in this case is negligible. The differences of the coefficients of reflection depending on the angle of incidence of the radiation in the investigated films were small (about 3%) without exceeding the measurement errors. The results confirm that the architectural film cannot completely eliminate the laser audition. However, as for

information, usually used inside glass with the highest ratio of signal/noise, architectural film on the outer or intermediate glass significantly limit the use of laser systems. To compensate for the attenuation and change of polarization of the laser radiation by the films of the required system significantly more power. This significantly narrows the range of hardware and increases the likelihood of their detection visual and infrared observation means. The need to bring equipment to the translucent system complicates the provision of surveillance stealth.



нирования высокочастотного электромагнитного излучения в диапазоне от 20 до 1000 МГц [6] архитектурными пленками низкоэмиссионной серии фирмы Llumag проводились в непосредственной близости от телецентра до и после нанесения пленки на внутреннее стекло стеклопакета в здании с железобетонными несущими конструкциями. Было показано, что при использовании низкоэмиссионной пленки максимальная совокупная напряженность электромагнитного поля от всех обнаруженных источников излучения в исследуемом диапазоне уменьшалась в 15 раз.

Экранирующие защитные свойства интеллектуальных стекол определяются количеством, толщиной и составом металлизированных слоев, входящих в функциональные покрытия. Повышенное экранирование высокочастотного электромагнитного излучения обеспечивают специальные решения, например модифицированные защитные стекла Glassheat фирмы Glassbel. В состав стеклопакета включается флоат-стекло со специальным электропроводящим покрытием и заземляющими электродами. Количественные характеристики не приводятся, но отмечается, что напряженность высокочастотных электромагнитных полей при использовании Glassheat в неблагоприятных внешних условиях не превышала действующих санитарных норм.

Экранирующие стекла EMS с повышенной защитой от высокочастотного электромагнитного излучения предлагает фирма "Ярви". Отличительная особенность этих стекол состоит

в том, что они эффективно экранируют не только высокочастотное электромагнитное, но и радиационное излучение. Такое сочетание свойств позволяет использовать стекла EMS в наиболее неблагоприятных внешних условиях. Совмещение их с интеллектуальными стеклами для управления естественным освещением позволяет создавать энергоэффективные безопасные светопропускающие системы.

Фирма Solar Gard [8] выпускает архитектурные пленки экранирующей серии LX. Для этой серии заявлено уменьшение интенсивности высокочастотного электромагнитного излучения на величину до 99%. Свойства архитектурных пленок проявляются в повышенных коэффициентах отражения УФ- и ИК-излучения (99% и 95% соответственно). Нанесение пленок серии LX существенно повышает противоударные свойства стекла, а эффект тонирования увеличивает комфорт и безопасность светопропускающих систем. Совокупность защищенности и комфортности определили выбор в пользу пленок этой серии для зданий штаб-квартиры и структурных подразделений фирмы Boeing.

Фирма "Комплексные экологические решения" предлагает серию экранирующих пленок YSHIELD, обеспечивающих защиту от высокочастотного электромагнитного излучения в диапазоне от 400 МГц до 2,1 ГГц. Эффективность экранирования, в зависимости от исполнения, составляет 22 или 32 дБ. Обладая коэффициен-

Increased protection from electro-optical systems, acoustic listening apply special glass. On the market they can be found under the brands of Glass-SHIELD and Glassheat [7], the latter is developed and produced by the Belarusian company Glassbel. Multi-layer metallic coating is applied to the surface of float glass and is connected with the transparent electrodes to the generator of random signals. In operation, the generator produces on the surface of the alternating electric field, which at interaction with laser radiation listening system converts reflected

from glass acoustic signal in the noise. Special protective capabilities can be combined with energy-efficient optimization of natural lighting through architectural films or electrochromic glass.

Similar protective properties acquires low-emissivity coating in the so-called electrically heated glass, which were first introduced in the late 1980-ies. The coating acting as a heating element, increases the protective properties of optical transmission systems, as encountered in operation, an alternating electric field effectively

counteracts laser listening systems.

Electrically heated glass called Thermo Glass is firm Thermoglass". Built-in window sensor with high accuracy monitors the temperature of the glass, which is adjustable in manual or automatic mode. Operating voltage range is from 12 to 220 V. in Addition to increasing energy efficiency and protective properties of low-e glass, there is a possibility for integration in intelligent systems ensure a comfortable environment. However, the protective properties are only present in the electrically active



том светопропускания 62–72%, эти пленки вносят вклад и в создание светового комфорта.

Металлизированные экранирующие пленки "ЭМИ-23" [9] уменьшают интенсивность высокочастотного электромагнитного излучения в диапазоне от 400 МГц до 10 ГГц более чем на 90%. Низкоэмиссионные свойства металлизированных слоев совмещены с эффектом тонирования.

Следует отметить и такой важный аспект комфортной безопасной среды, как защита от несанкционированного проникновения. Наряду с повышенной механической прочностью интеллектуальных стекол, их металлизированные сэндвич-структуры могут использоваться в локальных и интегрированных охраняемых системах. Покрытие при этом приобретает функции датчика целостности стекла. На рынке подобные решения представлены под названием "охранное стеклопакеты".

В настоящее время разработан широкий спектр многофункциональных решений управления естественным освещением, которые используются автономно и в интеллектуальных системах обеспечения комфортной среды. Управление естественным освещением и тепловым балансом создают энергоэффективный комфорт, соответствующий современным тенденциям и существующим стандартам. Защитные свойства интеллектуальных стекол направлены

на обеспечение неприкосновенности частной жизни и интеллектуальной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильин С.Ю., Лучинин В.В. Архитектурная фотоника: интеллектуальные стекла: учебное пособие. – СПб.: СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2015. 128 с.
2. Ильин С., Лучинин В. Гибкая фотоника для среды обитания человека. – СПб.: СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2014. 112 с.
3. О защите информации с помощью металлизированных свето-прозрачных самоклеящихся полиэфирных пленок. [Электронный ресурс] URL: <http://soncezahistru.io.ua/s113771>.
4. OLED технологии в освещении. [Электронный ресурс] URL: <http://electrik.info/main/news/649-oled-tehnologii-v-osveschenii.html>.
5. Прозрачные OLED-панели и другие новинки Lighting Fair 2009. [Электронный ресурс] URL: http://www.3dnews.ru/news/prozrachnie_oled_lampi_i_drugie_novinki_lighting_fair_2009.
6. Защита помещений от утечки информации. [Электронный ресурс] URL: <http://www.soltex.ru/articles/15113>.
7. Окна недалекого будущего. [Электронный ресурс] URL: <http://www.viamspb.ru/?id=677>.
8. Радиоэкранирующие и радиопоглощающие материалы. [Электронный ресурс] URL: <http://www.alt-1c.ru/pages.html?cat=290&id=5>.
9. Металлизированные экранированные пленки ЭМИ-23. [Электронный ресурс] URL: <http://www.smart-safe.ru/zakaz-2/yemi-23>.

state that may be contrary to the comfort.

As an alternative, as a permanent means of dealing with laser listening systems can be used electrically active electrochromic glass on the basis of metal oxides.

PROTECTION AGAINST HIGH-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC INFLUENCES

Electrically active smart glass is able to shield high frequency electromagnetic radiation from external sources and systems for unauthorized access to information or control the movement of objects in space.

Existing special technical systems allow you to access side radio frequency electromagnetic radiation arising in the course of processing, transmission, reproduction and storage of electronic information, electrical and electronic devices. On the basis of this remotely received radiation may authentic restoration of the original processed information. For example, the average distances of reliable reception side radiation of a personal computer in the range of 300–500 MHz can be up to hundreds of meters. In the range up to 1 GHz and operates most of the currently used

special devices for covert information retrieval. These miniature devices emit high frequency electromagnetic signals, which are remotely processed with a special system of control and accumulation of information. The range is determined by the parameters of the power supply, the off-line operation and sensitivity of the receiving system.

Comparative analysis of high frequency electromagnetic radiation through a float glass was carried out [6] before and after the application of the architectural film series "Premium" company Llummar. Shielding effectiveness



(showing how many times the field strength decreases) architectural films in the range spurious emissions of personal computers reached 22–32 dB, in the range of "bugs" – 25 to 29 dB. The architectural studies of other types of films showed that the effectiveness of shielding electromagnetic radiation was 20–25 dB at 300 MHz and 40 dB at frequencies above 1GHz.

Thus, the effectiveness of shielding high-frequency electromagnetic radiation architectural films are comparable to the main load-bearing structures. The use of architectural films in optical transmission systems significantly improves information protection, reducing a coverage area spurious emissions to units of meters. With the weakening of the signal at 20–40 times the practical range of the device does not exceed a few meters, which significantly limits the use of miniature and subminiature (the most protected from detection) systems from unauthorized access. For information on safe distances of hundreds of meters have to use energy-intensive systems of large sizes that are hard to secretly install and much easier to detect.

In addition to information security, in many cases, the actual shielding of high frequency electromagnetic radiation of radio and TV broadcasting stations, cellular systems and special communication, industrial RF and microwave installations. Study of shielding high-frequency electromagnetic radiation in the range from 20 to 1000 MHz [6] architectural low-e films series of the company Llumar was conducted in the vicinity of the telecentre before and after film deposition on the inner glass of the glass in the building with reinforced concrete load-bearing structures. It was shown that by using low-emissivity film, the maximum

total magnetic field from all the detected sources in the studied range was decreased 15-fold.

Shielding protection of intellectual properties of glasses are determined by the number, thickness and composition of the plating layers in the functional coating. The increased shielding of high frequency electromagnetic radiation provide special solutions, such as modified protective glass Glassheat Glassbel company. The composition of the glass includes float glass with a special conductive coating and grounding electrodes. Quantitative characteristics are not given, but it is noted that the intensity of high frequency electromagnetic fields using Glassheat in unfavorable external conditions did not exceed current health standards.

Shielding glass EMS with increased protection against high-frequency electromagnetic radiation offers a firm "järvi". A distinctive feature of these glasses is that they effectively shield not only high-frequency electromagnetic, and radiation. This combination of properties allows the use of glass EMS in the most unfavorable external conditions. Combining them with smart glass to control natural light allows you to create an energy-efficient safe light transmitting system.

Firm Solar Gard [8] produces architectural film screening series LX. For this series the claimed decrease in the intensity of high-frequency electromagnetic radiation by up to 99%. Properties architectural films are manifested in increased reflectance UV - and IR-radiation (99% and 95%, respectively). The film deposition LX series significantly improves the shock resistance of the glass, and the effect of toning increases the comfort and safety of optical transmission systems. The combination

of protection and comfort determined the choice in favor of the films in this series for the buildings of the headquarters and divisions of the Boeing company.

Firm "Integrated environmental solutions" offers a series of screening films YSHIELD providing protection against high frequency electromagnetic radiation in the range from 400 MHz to 2.1 GHz. The effectiveness of screening, depending on performance, is 22 or 32 dB. Having a light transmission coefficient 62–72%, these films contribute to the creation of lighting comfort.

Metallized shielding пленки "AMY-23" [9] reduce the intensity of high-frequency electromagnetic radiation in the range from 400 MHz to 10 GHz is more than 90%. Low-emissivity properties of the plating layer is combined with a toning effect.

It should be noted such an important aspect of a comfortable safe environment, protection from unauthorized entry. Along with increased mechanical strength of smart glasses, metallic sandwich structures can be used in the local and integrated security systems. The coating thus becomes a function of the sensor the integrity of the glass. On the market of such solutions are presented under the name of "security glazing".

There are currently a wide range of multipurpose solutions to the management of natural light that are used in stand-alone and intelligent systems ensure a comfortable environment. The office of natural light and heat balance create energy-efficient comfort, corresponding to the modern trends and exacting standards. The protective properties of the smart glasses is aimed at ensuring privacy and intellectual security. ■