

# МЕТОД РАСЧЕТА ЗОНЫ ОПТИМАЛЬНОЙ ВИДИМОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЭКРАНАМИ КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Е. В. Новикова, канд. хим. наук; Б. Л. Переверзев  
ЗАО "Полимедиа", Москва, Россия

С. Ю. Лавренюк, канд. техн. наук  
Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Москва, Россия

*Экраны коллективного пользования большой информационной емкости используются в работе ситуационных центров (СЦ), кризисных центров, центров мониторинга и управления технологическими процессами. От восприятия информации на экране коллективного пользования зависит эффективность работы участников совещания. Разработан метод расчета зоны оптимальной видимости для каждого участника совещания, который позволяет оценить эффективность проектирования СЦ и центров управления с точки зрения визуализации информации.*

*Ключевые слова:* визуализация информации, экран коллективного пользования, зона оптимальной видимости, ситуационный центр, центр управления.

Ситуационные центры и центры мониторинга активно создаются в различных областях и сферах деятельности. С одной стороны, СЦ представляет собой комплекс специально организованных рабочих мест для коллективной аналитической работы группы руководителей. Основной задачей СЦ является поддержка принятия стратегических решений на основе визуализации и углубленной аналитической обработки оперативной информации [1]. С другой стороны, СЦ представляет собой автоматизированную информационную человеко-машинную систему, в которой реализовано взаимодействие коллектива людей с техническим устройством. Это взаимодействие реализуется в первую очередь через экраны коллективного пользования (ЭКП).

Развитие технологий визуализации информации, появление новых типов дисплеев создают новые возможности для создания систем отображения информации. В ситуационных центрах и их разновидностях (центрах мониторинга, управления производством, военных командных центрах) одним из принципиальных вопросов становится выбор технологии и расчет ЭКП [2]. Такие экраны предназначаются для отображения множества источников информации практически одновременно, что дает воз-

можность коллективу лиц воспринимать, анализировать данную информацию, обмениваться мнениями, делать выводы и аргументировать их, апеллируя к визуально представленной информации "в реальном времени" [3]. В то же время аналогичные по своим свойствам дисплейные системы могут использоваться в случаях, когда относительно небольшим коллективам требуется оценивать огромные объемы информации и в динамическом режиме изменять детализацию отображения, как это происходит в центрах контроля сложных производств или, например, управления электрическими сетями больших регионов [4].

Быстрый прогресс в области разработки ЭКП обуславливает новые требования к проектированию ситуационных центров с учетом эргономических критериев.

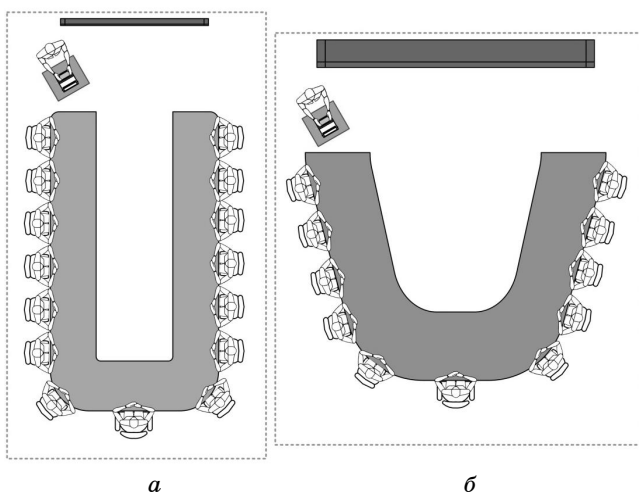
Работа СЦ связана с оперативным восприятием информации, отображенной на ЭКП коллективом лиц, принимающих участие в совещании. Чем быстрее и полнее воспринимается информация, тем эффективнее проходит совещание, поэтому важнейшими факторами, которые следует учитывать при проектировании, становятся видимость экрана с рабочих мест и возможность восприятия информации на экране. Одним из критериев грамотно спроектиро-

ванного СЦ является коэффициент степени соответствия параметров визуализации требованиям эргономики — Кэ.

Таким образом, проектирование ситуационных центров и центров управления предъявляет новые эргономические требования к организации пространства и одновременно представлению информации на ЭКП. Такие требования и правила должны быть разработаны на основе закономерностей, сформулированных для предыдущих типов взаимодействия "человек—дисплей", включающих как психофизиологические особенности визуальной коммуникации, так и планировочные решения пространства, в котором используются дисплейные системы [5].

**Организация рабочего пространства с учетом мониторинга информации на ЭКП**

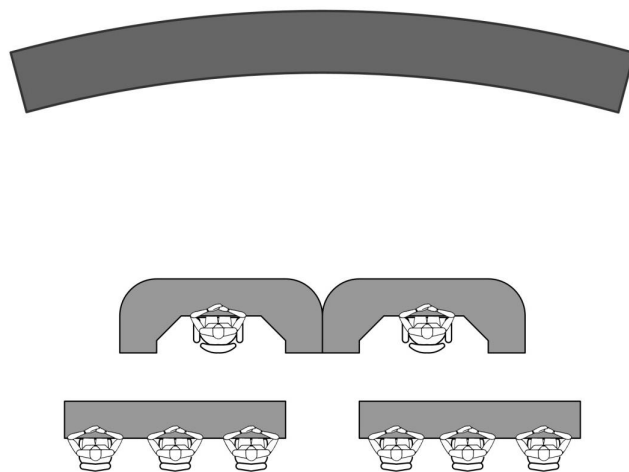
Рассмотрим варианты расположения рабочих мест, представленные на рис. 1. Расположение участников приспособлено для восприятия, обсуждения и использования аудиовизуальной информации. Вариант *а* характерен для ситуаций, когда количество визуальных "каналов" на экране невелико — от одного до максимум трех одновременно. В таких случаях используются экраны относительно невысокой информационной емкости. В варианте *б* информационное пространство может включать гораздо больший объем визуальной информации и быть действительно "многоканальным", содержащим как статические, так и динамические изображения. Варианты такой компоновки чаще всего встречаются в современных ситуационных центрах.



*Рис. 1. Варианты "разомкнутого" пространства, полноценно включающего визуальные средства в рабочий процесс*

Третий вариант организации пространства с дисплейными системами, показанный на рис. 2, более характерен для центров мониторинга, управления технологическими процессами, командных пунктов. В подобных вариантах дис-

плей является одним из важнейших рабочих инструментов, в то время как непосредственная "личная" коммуникация между присутствующими не является приоритетным процессом. Для подобных систем коммуникация осуществляется преимущественно с удаленными абонентами с помощью различных средств связи. Дисплейная система в этом случае должна иметь максимальную информационную емкость.



*Рис. 2. Расположение рабочих мест относительно дисплея, характерное для центров мониторинга, управления технологическими процессами, диспетчерских*

Последнее можно обеспечить, только если при проектировании ситуационных центров, включающих средства отображения, учитывать человеческий фактор — психофизиологические особенности восприятия визуальной информации — и для каждого конкретного проекта определить соответствующие возможности и ограничения, правила подготовки визуальной информации.

Как определяются такие правила и ограничения, рассмотрим на примере ситуаций, показанных на рис. 1 и 2, где средства отображения могут играть важную или даже первостепенную роль.

Для неискаженного восприятия изображения на дисплее линия взгляда должна быть перпендикулярна плоскости экрана. Для коллективных дисплеев большого размера это не всегда возможно, угол между линией взгляда и нормалью к экрану не должен превышать 45° в горизонтальной плоскости. Считается, что при этом видимые искажения изображения остаются в допустимых пределах. В помещении с большим экраном можно выделить зоны так называемого "комфортного" и "допустимого" расположения зрителей.

На рис. 3 показаны зоны расположения зрителей относительно экрана. Зона I соответствует условиям неискаженного восприятия изображения на всей площади экрана. Для зрителей в зоне II возможны искажения информации на

наиболее удаленных от них частях экрана. Зрители в зоне III могут испытывать трудности из-за значительного удаления от экрана, а в зоне IV восприятие визуальной информации на экране практически невозможно [5].

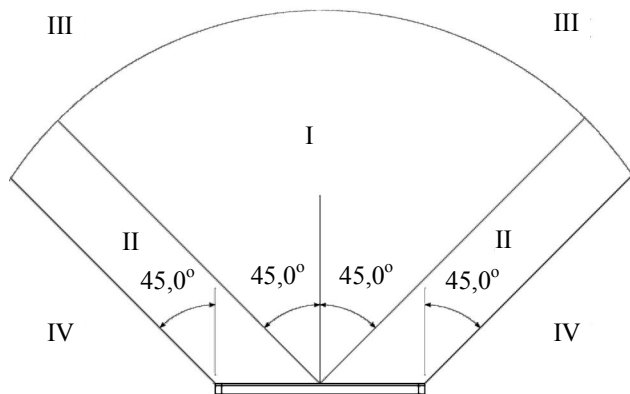


Рис. 3. Расположение зрителей относительно экрана

На рис. 4 показаны предельные значения линий зрения в вертикальной плоскости. Горизонтальная линия на уровне глаз сидящего человека называется "стандартной" линией зрения (А). Угол между линией взгляда на верхнюю часть коллективного дисплея (В) и стандартной линией зрения (в вертикальной плоскости) не должен превышать  $30^\circ$  [6]. Это значение обусловлено возможностями свободного вращения человеческого глаза. Большие углы могут быть достигнуты уже только поворотом головы в вертикальной плоскости, что приводит к дополнительному напряжению мышц глаз, шеи и спины, быстрому утомлению, снижению внимания и работоспособности.

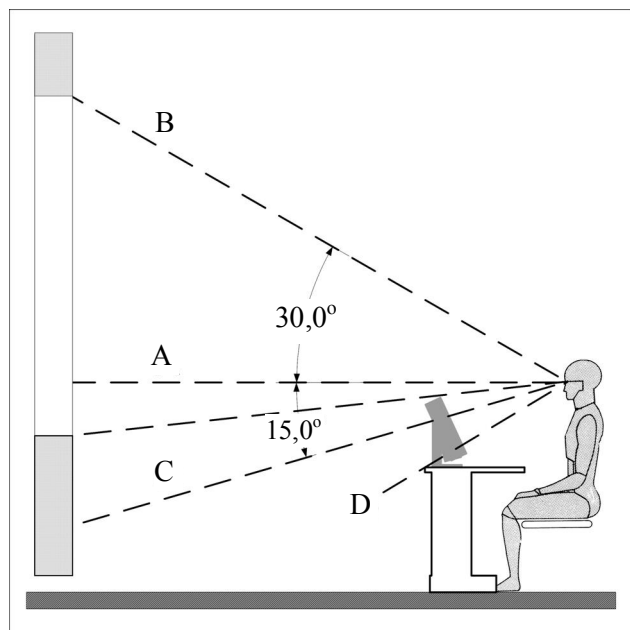


Рис. 4. Линии зрения в вертикальной плоскости

### Представление визуальной информации на экране коллективного пользования.

Отображение информации на коллективных экранах должно учитывать особенности человеческого зрения. Последнее характеризуется так называемыми пространственными порогами зрения, обуславливающими его разрешающую способность. Видимые размеры объектов определяются в угловых величинах из формулы:

$$\operatorname{tg} \alpha / 2 = S / 2L,$$

где  $\alpha$  — угол зрения,  $S$  — линейный размер объекта (знака на дисплее),  $L$  — расстояние до объекта (экрана) (рис. 5).

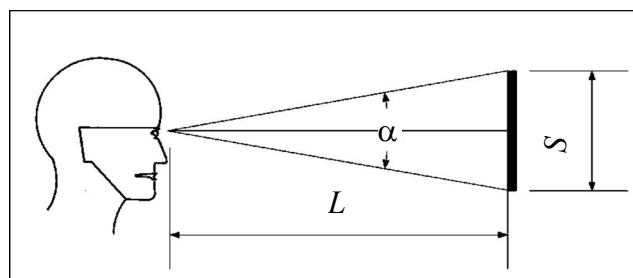


Рис. 5. Видимый угловой размер объекта

Практически за максимальную остроту зрения принимается одна угловая минута ( $1/60$  часть градуса) [7].

Считается, что минимальная высота символов, которую можно разобрать на экране,  $14-16$  угловых минут (приблизительно  $0,25^\circ$ ) [8], что выражается через дистанцию наблюдения:

$$h = L \cdot \operatorname{tga} = L \cdot \operatorname{tg} 0,25^\circ = L \cdot 0,004.$$

Для оптимальных условий наблюдения в диспетчерских центрах рекомендуется величина в  $20-22$  угловые минуты ( $0,38^\circ$ ):

$$h = L \cdot \operatorname{tga} = L \cdot \operatorname{tg} 0,38^\circ = L \cdot 0,007.$$

Для информации, скорость чтения которой является критической, рекомендуется величина  $30-35$  угловых минут ( $0,5-0,6^\circ$ ):

$$h = L \cdot \operatorname{tga} = L \cdot \operatorname{tg} 0,55^\circ = L \cdot 0,009.$$

Например, для достаточно типичного расстояния до экрана в ситуационном центре —  $4000$  мм — получаем значения высоты символов:

минимальные символы —  $4000 \text{ мм} \times 0,004 = 16 \text{ мм}$ ;

основная информация —  $4000 \text{ мм} \times 0,007 = 28 \text{ мм}$ ;

критическая информация —  $4000 \text{ мм} \times 0,009 = 36 \text{ мм}$ .

Исходя из приведенных выше зависимостей, можно оценить эргономические факторы конкретного планировочного решения ситуационного или диспетчерского центра. Поскольку известна зависимость минимально допустимого размера символов от расстояния до экрана для

каждого рабочего места, можно определить, на какой части площади экрана будут читаться символы данной величины. Или же решить обратную задачу — исходя из необходимого объема информации на экране и соответствующего размера символов, определить допустимое удаление зрителя от экрана.

**Расчет зоны оптимальной видимости**

Для расчета зоны оптимальной видимости определим сначала информационную емкость экрана. Рассмотрим типовые примеры работы СЦ органов государственной власти [3].

Исходя из анализа типовых раскладок экрана видеостены, можно сделать вывод, что наиболее нагруженный информационный участок может представлять собой таблицу с данными, занимающую одну четверть длины экрана (рис. 6). Стандартная таблица с данными занимает 60 символов. Из этого следует, что необходимо обеспечить такую информационную емкость экрана, которая позволит отображать строку в 240 символов. Обозначим эту критическую величину как N.

В основу расчетов зоны оптимальной видимости (ЗОВ) могут быть положены исходные данные, показанные на рис. 7.

АРМ аналитика 1024 x 768 (реальное разрешение)	Информационно-аналитическая система 1600 x 1200 (реальное разрешение)	Система моделирования предметной области 1600 x 1200 (реальное разрешение)	АРМ аналитика 1024 x 768 (реальное разрешение)
АРМ аналитика 1024 x 768 (реальное разрешение)		АРМ аналитика 1024 x 768 (реальное разрешение)	
АРМ аналитика 1400 - 1050 (реальное разрешение)	Видеоконференция 2800 x 1575 (масштабирование с 1920 x 1080 с сохранением аспекта 16:9)		АРМ аналитика 1400 - 1050 (реальное разрешение)
АРМ аналитика 1400 - 1050 (реальное разрешение)			АРМ аналитика 1400 - 1050 (реальное разрешение)

Рис. 6. Варианты типовых раскладок на экране СЦ

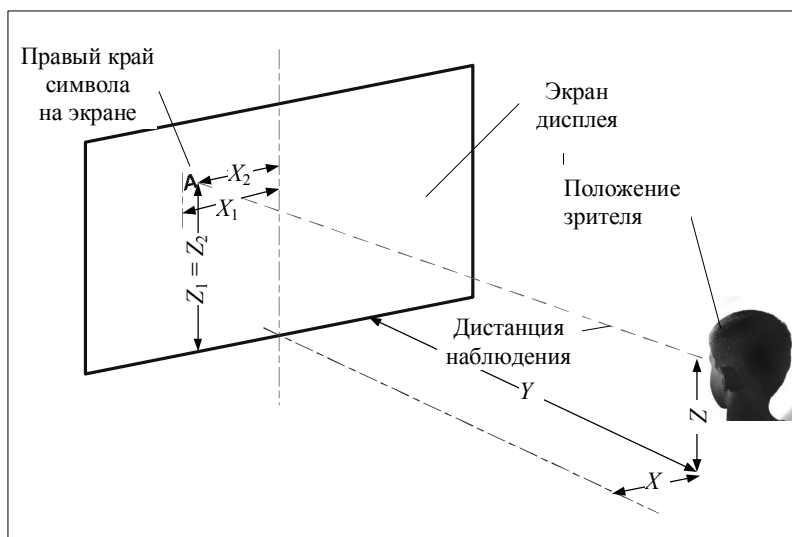


Рис. 7. Геометрические параметры для расчета зоны оптимальной видимости

Направим ось  $Z$  вертикально, ось  $Y$  в горизонтальной плоскости как нормаль к экрану, проведенную через середину экрана. За начало координат в горизонтальной плоскости (по осям  $X, Y$ ) берем середину экрана, а по координату  $Z$  будем отсчитывать от базовой плоскости.

Экран характеризуется своими размерами (высота  $H$  и длина  $L$ ), кривизной  $S$  ( $S = 1/r$ , где  $r$  — радиус закругления экрана, для плоского экрана  $S = 0$ ), а также высотой подвеса (расстояние от базовой плоскости до верхнего края экрана  $W$ ).

Строка символов на экране характеризуется своей длиной ( $N$  обычно 240 символов) и положением по высоте, отсчитываемым в процентах от нижнего края экрана ( $P\%$ ).

Исходя из этих данных, можно рассчитать координаты  $(x_1, y_1, z_1)$  левого края  $i$ -го символа и  $(x_2, y_2, z_2)$  правого края символа.

$$x_1 = (i - N/2 - 1) * L/N; \quad x_2 = (i - N/2) * L/N;$$

$$y_1 = x_1 * S; \quad y_2 = x_2 * S;$$

$$z_1 = z_2 = W - H * (1 - P\% / 100\%).$$

Местоположение участника совещания характеризуется положением в пространстве  $(x, y, z)$ , считаем координаты точки, где располагаются глаза.

В этом случае  $\phi$  — угловой размер  $i$ -го символа — может быть рассчитан, как угол в треугольнике, образованном точками  $(x_1, y_1, z_1)$ ,  $(x, y, z)$ ,  $(x_2, y_2, z_2)$ . Этот расчет можно произвести разными способами, например, как разницу углов между осью  $Y$  и лучами из точки  $(x, y, z)$  на точки  $(x_1, y_1, z_1)$  и  $(x_2, y_2, z_2)$ , соответственно.

$$\phi_1 = \arctg\left(\frac{x_1 - x}{\sqrt{(y_1 - y)^2 + (z_1 - z)^2}}\right);$$

$$\phi_2 = \arctg\left(\frac{x_2 - x}{\sqrt{(y_2 - y)^2 + (z_2 - z)^2}}\right); \quad \phi = |\phi_1 - \phi_2|.$$

Используя вышеприведенные формулы, можно рассчитать угловые размеры каждого из символов на каждой из анализируемых строк и оценить, какой процент площади экрана находится в ЗОВ для каждого из участников.

На основании расчета ЗОВ можно определить критерий соответствия СЦ требованиям эргономики (Кэ) как среднюю оценку ЗОВ по всем участникам, приведенную к десятибалльному интервалу.

В качестве примера рассмотрим СЦ губернатора  $N$ -ской области (рис. 8).

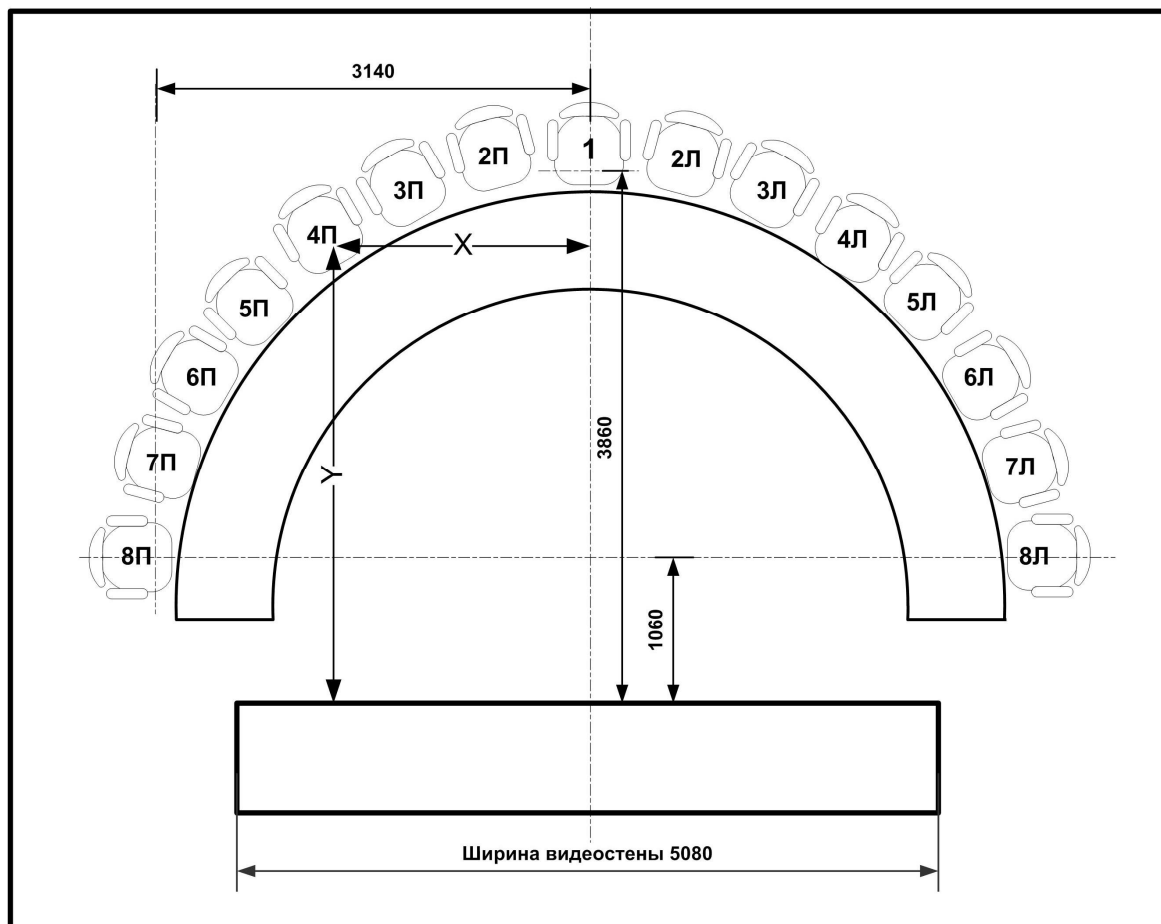


Рис. 8. Зал ситуационного центра губернатора  $N$ -ской области

Рассчитаем ЗОВ для каждого из участников и получим общую оценку Кэ (таблица).

**Пример оценки эргономичности проекта "Ситуационный центр Губернатора N-ской области"**

Крит. угол, мин:	15	Положение строк	P %
L — длина экрана, мм:	5080	Строка 1	0 %
H — высота экрана, мм:	1520	Строка 2	50 %
W — высота видеостены, мм:	2520	Строка 3	100 %
N — крит.число символов:	240		
S — кривизна экрана, 1/мм:	0		

Номер участника	X, мм	Y, мм	Z, мм	Доля зоны оптимальной видимости, %	Оценка
1	0	4000	1200	100	10,0
2	800	3900	1200	100	10,0
3	1500	3700	1200	88	8,8
4	2100	3400	1200	76	7,6
5	2600	3000	1200	65	6,5
6	3000	2500	1200	55	5,5
7	3300	1900	1200	45	4,5
8	3300	1200	1200	36	3,6
Общая оценка, Кэ					7

**Заключение**

Разработан метод определения зоны оптимальной видимости для групп лиц, работающих с отображением информации на экранах коллективного пользования. На основании расчета доли зоны оптимальной видимости можно рассчитать критерий соответствия организации визуализации информации требованиям эргономики (Кэ), этот критерий может быть применен для оценки эффективности проектирования СЦ, центров управления и диспетчерских залов.

**Литература**

1. Райков А. Н. Конвергентное управление и поддержка решений / А. Н. Райков. — М.: ИКАР. 2009. — 245 с.
2. Зацаринный А. А. Некоторые аспекты выбора технологии для построения систем отображения информации

ситуационного центра/ А. А. Зацаринный, К. Г. Чупраков// Информатика и ее применения. 2010. № 3. С. 62—71.

3. Ильин Н. И. Ситуационные центры. Опыт, состояние, тенденции развития/ И. И. Ильин, Н. Н. Демидов, Е. В. Новикова. — М.: МедиаПресс, 2011. — 336 с.

4. Шахмаев И. З. Система коллективного отображения оперативной информации в ОАО "Башкирэнерго"/ И. З. Шахмаев, А. Б. Коротков, Е. В. Новикова, С. Е. Култыгина, Ю. И. Моржин, М. А. Рабинович, С. П. Потапенко// Электрические станции. 2009. № 8. С. 12—18.

5. Audio Video Design Reference Manual (BICSI®, Tampa, FL 33637 InfoComm International®, Fairfax, VA 22030 © 2006 by BICSI® and InfoComm International® First edition published 2006. — ISBN 1-928886-34-5.

6. Основы эргономики. Человек, пространство, интерьер: Справочник по проектным нормам: Пер. с англ./ Д. Панеро, М. Зелник. — М.: АСТ: Астрель, 2008. — 320 с.

7. Романов Г. М. Человек и дисплей / Г. М. Романов, Н. В. Туркина, Л. С. Колпащиков. — Л.: Машиностроение, 1986. — 256 с.

8. Рунге В. Ф. Эргономика в дизайне среды: Учеб. пособие / В. Ф. Рунге, Ю. П. Манусевич. — М.: Архитектура. 2009. — 328 с.

**ESTIMATION METHOD OF THE OPTIMAL VISIBILITY ZONE WHEN WORKING WITH COLLECTIVE USAGE SCREEN**

E. V. Novikova, B. L. Pereverzev

The closed corporation "Polymedia", Moscow, Russia

S. Yu. Lavrenyuk

National Nuclear Research University "Moscow Engineering Physics Institute (MEPHI)", Moscow, Russia

*The large information capacity screens of collective usage are used in situational, crisis, monitoring and technology processes management centers. The work efficiency of meeting participants depends on the perceptual information of the collective usage screen. The estimation method of the optimal visibility zone for the each meeting participant was developed. This method can assess design efficiency of the situation centers and monitoring centers using the viewpoint of the information visualization.*

*Keywords:* information visualization, collective usage screen, optimal visibility zone, situation center, monitoring center.

**Новикова Елена Владимировна**, генеральный директор, докторант Российской академии государственной службы при Президенте РФ.

Тел. 8 (495) 956-85-81. E-mail: Elena@polymedia.ru

**Переверзев Борис Леонидович**, директор по стратегическому развитию.

Тел. 8 (495) 956-85-81. E-mail: Boris@polymedia.ru

**Лавренюк Сергей Юрьевич**, преподаватель.

Тел. 8 (495) 324-87-66. E-mail: Lavr1@voxnet.ru