

ВСТРАИВАЕМЫЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ, СОВМЕЩЕННЫЕ С СИСТЕМОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ВОЗДУХА

Канд. техн. наук А. Г. АНИЧХИН, инж. В. Ф. ЕФИМКИНА

Институт сантехники, Всесоюзный светотехнический институт

В последние годы широкое распространение в практике освещения бесфонарных зданий получили много-ламповые встраиваемые люминесцентные светильники с рассеивателями.

Размещение люминесцентных ламп в уплотненной полости светильника приводит к резкому увеличению температуры их колб и, следовательно, к снижению светового потока. Проведенные исследования [Л. 1] показывают, что в подобных светильниках световой поток ламп на 20—30% ниже оптимального.

Повышение норм освещенности приводит к возрастанию числа и мощности светильников и, естественно, доли тепла, поступающего от них в помещение, в связи с чем приходится увеличивать мощность системы кондиционирования воздуха.

Наиболее распространенный способ решения упомянутых выше проблем заключается в совмещении систем освещения и кондиционирования воздуха.

За рубежом в настоящее время выпускается широкая номенклатура устройств для совмещенных систем (трофферов) [Л. 2, 3].

Основным в совмещенной системе является устройство, выполняющее одновременно функции осветительного прибора и воздухораспределяющего (либо воздухозаборного) элемента.

Указанные системы позволяют улучшить температурный режим элементов светильника, увеличить на 15—20% световой поток ламп, уменьшить тепловую нагрузку на систему кондиционирования воздуха, сократить размеры агрегатов, воздуховодов, уменьшить потребность в холода и электроэнергии, а также улучшить интерьер помещения за счет сокращения числа отверстий в перекрытиях.

Принимая во внимание преимущества совмещенных систем, а также учитывая перспективность их внедрения, ВНИСИ совместно с НИИ сантехники (НИИСТ) в 1966 г. приступил к созданию встраиваемых светильников, совмещенных с системой вентиляции.

Непосредственной разработке светильников предшествовал цикл всесторонних исследований энергетических, свето-теплотехнических и аэродинамических характеристик макетов при работе в режиме притока и вытяжки воздуха. Исследования проводились на созданном в НИИСТ стенде при изменении расхода воздуха от 200 до 2 000 $m^3/\text{ч}$ и его температуры от 12 до 40°С.

Описание стенда и методика исследований приведены в [Л. 4].

В процессе исследований температуры ламп t_l в верхней t''_l и нижней точках t'''_l , корпуса ПРА $t_{\text{ПРА}}$, отражателя $t_{\text{отр}}$ и воздуха, поступающего в светильник t_v , регистрировались потенциометром типа ЭПП-09. Лучистая энергия, поступающая в помещение, измерялась радиометром, изготовленным на базе альбедометра.

Характер изменения ряда характеристик при работе светильника на приток в зависимости от количества L поступающего воздуха при $t_v=18-20^\circ\text{C}$ показан на рис. 1.

На рис. 1 и 2 приведены кривые изменения освещенности E в процентах по отношению к статистическим условиям (отсутствие потока воздуха). Количество тепла Q , излучаемого светильником в помещение, дано в процентах к общей энергии, потребляемой светильником.

Из рис. 1 видно, что температура основных элементов, а также количество тепла, излучаемого светильником в помещение, асимптотически уменьшаются и при расходе воздуха 1 000 $m^3/\text{ч}$ становятся практически постоянными.

Установлено также, что освещенность достигает наибольшего значения при расходе воздуха около 500 $m^3/\text{ч}$ и $t_v=18-20^\circ\text{C}$ (рис. 2). Дальнейшее увеличение расхода воздуха практически не влияет на изменение освещенности.

Обработка экспериментального материала позволила установить для светильника типа ВЛК-4×80 интервалы температуры и расхода охлаждающего воздуха, в пределах которых освещенность отличается не более чем на $\pm 2 \text{ лк}$ от максимально возможного значения. Эта зависимость представлена на рис. 3; видно, что в светильнике, охлаждаемом приточным воздухом, оптимальные условия достигаются в более широком диапазоне изменения температур по сравнению с работой в режиме вытяжки. Кроме того, зона оптимальных условий работы светильника в случае притока расположена при более низких температурах охлаждающего воздуха, нежели в случае вытяжки. Указанное явление можно объяснить различием в гидродинамических условиях обтекания полости расположения ламп. Приведенные на рис. 3 зоны имеют существенное значение при выборе условий работы светильника.

Путем анализа экспериментальных данных о работе отдельных элементов светильника был выявлен линей-

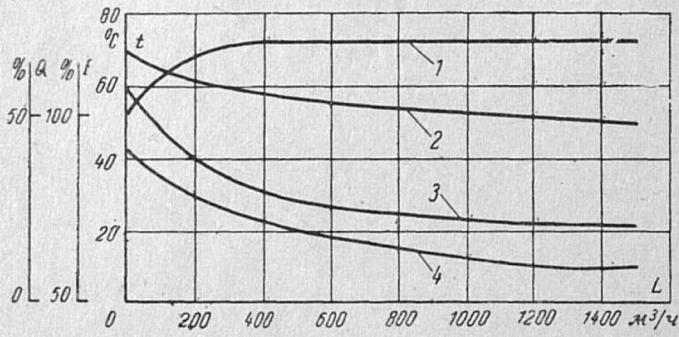


Рис. 1. Зависимость E , t''_l , $t_{\text{ПРА}}$ и Q от L .

1 — E ; 2 — t''_l ; 3 — $t_{\text{ПРА}}$; 4 — Q .

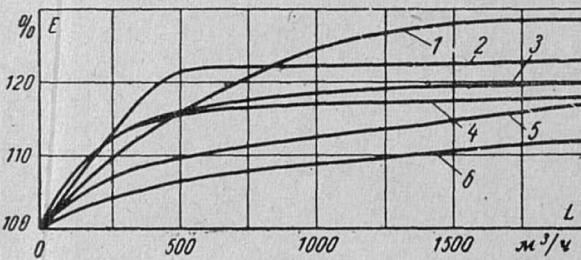


Рис. 2. Зависимость E от L для светильника типа ВЛК-4×80.

1 — $t_v=20-24^\circ\text{C}$; 2 — $18-20^\circ\text{C}$; 3 — 17°C ; 4 — 12°C ; 5 — $31-38^\circ\text{C}$; 6 — $38-40^\circ\text{C}$.

Таблица 1

Расход воздуха, m^3/u	Temperatura воздуха, подаваемого в светильник, °C					
	15	20	25	30	35	40
200	23	24,2	27	30	33	36,5
500	19	18,5	19	20	22	26,5
1 000	12	13,5	15,5	17	20	23,5
1 500	9,5	11	13	16	20	24
2 000	9,5	11	13	16	20	24

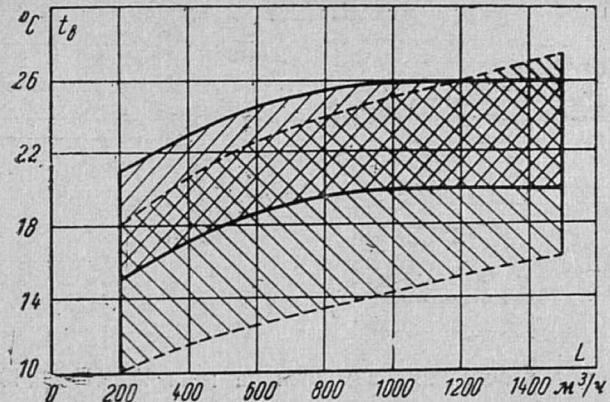


Рис. 3. Оптимальные условия работы светильника типа ВЛК-4×80.

— при работе на вытяжку; — при работе на приток.

ный характер изменения температуры элементов от температуры охлаждающего воздуха (рис. 4). Сравнение приведенных на рис. 4 зависимостей показывает, что с увеличением расхода воздуха несколько изменяется характер охлаждения ламп. Так, при больших расходах и низких температурах воздуха температура колбы лампы в верхней точке ниже, чем в нижней. Это, по всей вероятности, указывает на то, что с ростом расхода воздуха увеличивается доля тепла, отводимого от ламп к отражателю конвекцией, и уменьшается доля тепла, отводимая радиацией.

Изменения температуры воздуха в помещении в диапазоне 17–30°С не влияют на основные характеристики светильника, за исключением количества тепла, излучаемого им в помещение. Тепловое излучение с повышением температуры в помещении уменьшается, что объясняется снижением разности температур между рассеивателем и ограничивающими конструкциями.

Количество тепла, поступающего в помещение за счет излучения светильника, определяется расходом охлаждающего воздуха и его температурой. В табл. 1 приведена доля тепла, поступающего в помещение, в процентах от общей энергии, потребляемой светильником, при охлаждении его приточным воздухом.

На основании проведенных исследований Рижским светотехническим заводом (РСЗ) был разработан и изготовлен промышленный образец встраиваемого светильника типа ВЛК-4×80. В 1969 г. завод выпустит про-

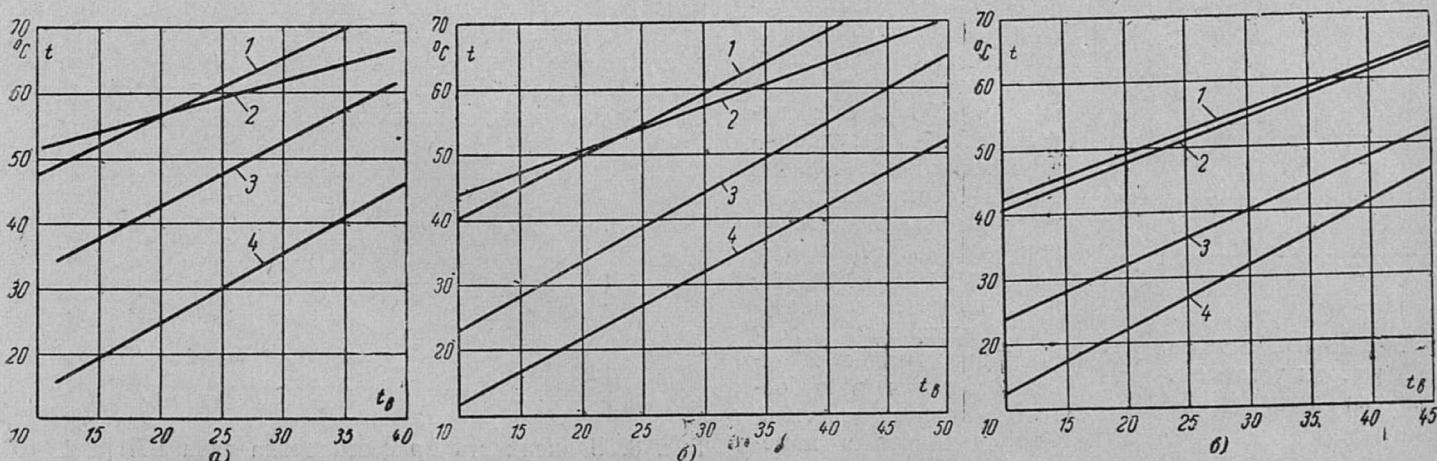
мышленную партию таких светильников. Светильник ВЛК-4×80 предназначен для общего освещения производственных помещений, встраивается в перекрытие, обслуживается с технического этажа и подсоединяется к системам кондиционирования воздуха и вентиляции. Светильник имеет те же габариты, что и светильник типа ВЛВ. Общий вид светильника ВЛК-4×80 представлен на рис. 5. Подробное описание конструкции, способов обслуживания и подсоединения к воздуховодам дано в [Л. 4].

Поскольку светильник ВЛК является одновременно и воздухораспределительным устройством, его неотъемлемой характеристикой являются: коэффициент местного сопротивления и создаваемая в рабочей зоне подвижность воздуха. Светильник ВЛК имеет коэффициент местного сопротивления при работе на вытяжку — 3,5, а на приток — 2,1. Средняя скорость воздуха в струе приточного воздуха, выходящей из светильника под углом к полу 67°, определяется расходом воздуха и расстоянием от выпускного отверстия.

В результате экспериментального исследования подвижности воздуха в струе была установлена зависимость между расходом воздуха и минимальным расстоянием от светильника l (рис. 6), когда подвижность воздуха в струе соответствует значениям, допустимым по санитарным нормам (0,25 м/сек).

График позволяет обосновать минимальное расстояние светильника над рабочей зоной, обеспечивающее при определенном расходе воздуха допустимую нормами подвижность воздуха в рабочей зоне. Так, например, если точка, характеризуемая расходом воздуха и расстоянием от светильника, лежит ниже кривой, то подвижность воздуха будет выше нормируемой. В этом случае необходимо либо изменить количество воздуха, проходящего через светильник, либо использовать светильник в более высоком помещении.

Выполненные расчеты по сравнению раздельных систем освещения и кондиционирования с совмещенными на базе светильника ВЛК показали, что устройство

Рис. 4. Зависимость температуры элементов светильника от $t_в$ при различных L ($a - L = 500 \text{ м}^3/\text{ч}; b - 1000 \text{ м}^3/\text{ч}; v - 1500 \text{ м}^3/\text{ч}$). 1 — $t'_л$; 2 — $t''_л$; 3 — $t_{м.л.}$; 4 — $t_{отр.}$.

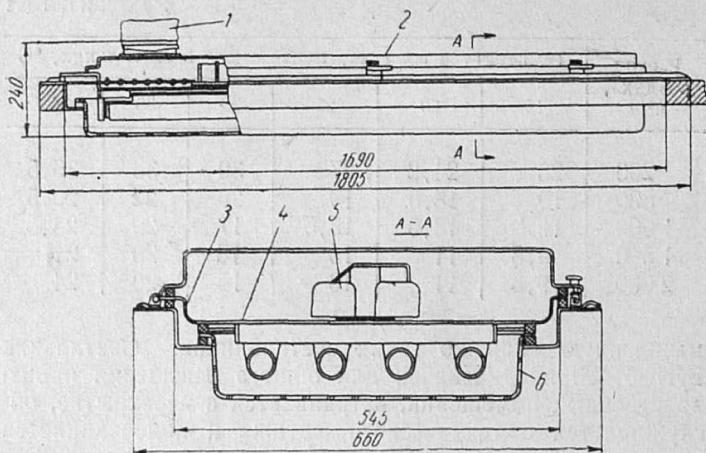


Рис. 5. Общий вид светильника типа ВЛК-4×80.

1 — входной патрубок; 2 — корпус; 3 — отверстия в отражателе; 4 — отражатель; 5 — ПРА; 6 — рассеиватель.

совмещенных систем позволяет сократить количество устанавливаемых светильников на 4—19%, потребляемой светильниками электроэнергии на 4—14% и до 25% сократить тепловую нагрузку на систему кондиционирования воздуха. При этом совмещенные системы, работающие в режиме вытяжки воздуха, являются наиболее экономичными.

Другой разновидностью устройства для совмещенных систем освещения и кондиционирования воздуха является светильник типа ВЛКН [Л. 5]. Светильник ВЛКН разработан ВНИСИ совместно с РСЗ и НИИСТ в 1968 г. В 1969 г. РСЗ выпустит промышленную партию указанных светильников.

Светильник типа ВЛКН-2×40 (рис. 7) предназначен для общего освещения помещений общественных и административных зданий, а также для одновременной подачи и удаления воздуха из помещений. Он встраивается в легкие подшивные потолки и обслуживается из служебных помещений (снизу). Светильник рассчитан на работу с двумя люминесцентными лампами мощностью 40 или 125 вт.

Световоздухораспределитель состоит из двух основных частей — встраиваемого светильника и воздухораспределительной камеры, с помощью которой он присоединяется к воздуховодам системы кондиционирования (вентиляции) воздуха. Через воздухораспределительную камеру осуществляется подача воздуха в помещение, а его удаление через межламповое пространство и пространство расположения ПРА за счет разрежения, создаваемого за подшивным потолком.

Для подвода воздуха в центре камеры предусмотрены патрубок диаметром 150 мм с тарельчатым регулирующим клапаном. При работе световоздухораспределителя в режиме принудительного притока воздух из воздуховода подается в патрубок, проходит между стенками камеры и через отверстия в отборовке корпуса светильника попадает в помещение. Для удаления воздуха из помещения в светильнике с торца

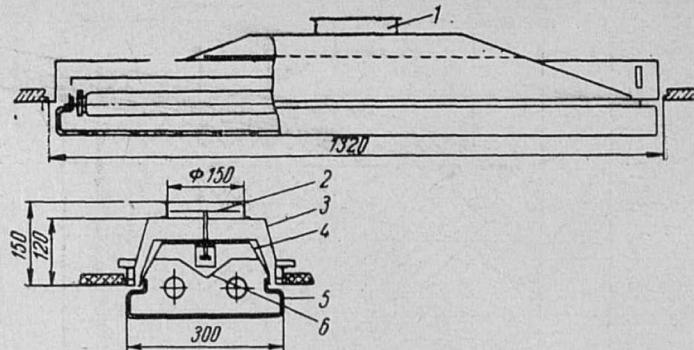


Рис. 7. Общий вид светильника типа ВЛКН-2×40.

1 — входной патрубок; 2 — регулятор расхода воздуха; 3 — воздухораспределительная камера; 4 — корпус светильника; 5 — рассеиватель; 6 — панель с ПРА.

вых сторон между рассеивателем и корпусом имеются отверстия. Воздух из помещения поступает через эти отверстия в полость расположения ламп и ПРА. Пройдя вдоль ламп и нагревшись, воздух выходит через отверстия в панели и корпусе за подшивной потолок. При обслуживании светильника панель с ПРА может повисать на петле корпуса или сниматься. Электрическое соединение панели ПРА с проводами питающей сети осуществляется с помощью штекерского разъема, при этом вилка установлена на панели.

Конструкция светильника ВЛКН рассчитывалась для применения в помещениях высотой не менее 2,7 м.

Основные размеры аэродинамических каналов светильника определялись из условия обеспечения кратности воздухообмена 8—12 при высоте помещения 2,7 м и установке четырех светильников в строительном модуле 6×6 м. Расчетное количество вытяжного воздуха, проходящего через светильник, принималось в 2—3 раза меньшим приточного.

Существенное влияние на конструкцию светильника и, в частности, рассеивателя оказало требование обеспечить в рабочей зоне температурные условия и подвижность воздуха, соответствующие санитарным нормам. Поскольку скорость выхода приточного охлажденного воздуха (его температура на 10° ниже температуры воздуха в помещении) равна 5 м/сек, а наименьшее из возможных расстояний до рабочей зоны 0,7 м, для выполнения требований санитарных норм возникла необходимость изготовления рассеивателя с бортиком шириной 20 мм, гарантирующим «настиление» приточной струи на поверхность потолка и тем самым удлиняющим путь струи до рабочей зоны.

На рис. 8 графически представлены зависимости аэродинамического сопротивления Δp макета светильника ВЛКН от расхода L воздуха при работе на приток и изменении положения регулирующего клапана, т. е. при различных соотношениях b/B (B — высота камеры; b — расстояние от верхней стенки камеры до горизонтального диска клапана).

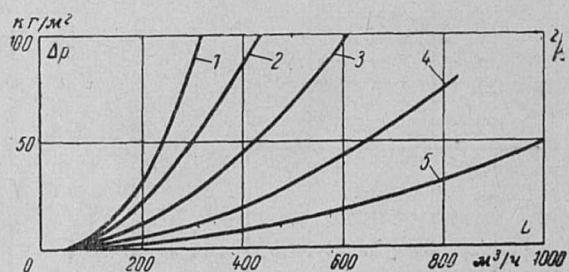


Рис. 8. Зависимость Δp светильника типа ВЛКН-2×40 от L .

1 — $b/B=0,108$; 2 — $b/B=0,16$; 3 — $b/B=0,76$; 4 — $b/B=0,45$; 5 — $b/B=0,75$.

Рис. 6. Диаграмма для выбора высоты установки светильника типа ВЛК-4×80.

— зона допустимых скоростей воздуха.

Таблица 2

Расход воздуха, м ³ /ч	Освещенность, %	Температура, °С				Выделение тепла в помещение, %
		верх/низ	середина зоны теплой области	ПРА	межлампового пространства	
Статические условия	100	95/82	70	67	58	30
95	114	78/70	48	49	43	22
165	120	70/64	47	45	43	16
200	133	66/61	44	43	41	15
250	133	63/60	44	41	30	14

Для определения количества вытяжного воздуха, проходящего через светильник, можно воспользоваться экспериментальной зависимостью $L = 91V\bar{H}$, где H — расчетное разрежение за подшивным потолком, кг/м².

Проведенные светотехнические исследования макета светильника типа ВЛКН показали, что с лампами мощностью 40 вт естественное охлаждение внутреннего объема светильника приводит к повышению освещенности и уменьшению поступления тепла в помещение на 5—7%. При создании разрежения за подшивным потолком порядка 1 кГ/м² поступление тепла в помещение умень-

шается в 2 раза, а освещенность увеличивается на 10%.

Светотехнические характеристики светильника ВЛКН с лампами мощностью 125 вт при охлаждении его вытяжным воздухом представлены в табл. 2.

Характеристики светильника при отсутствии принудительной вентиляции (в статическом режиме) получены при наличии естественной вытяжки через светильник. Из табл. 2 видно, что при расходе воздуха 200 м³/ч обеспечивается максимальное увеличение освещенности (130%).

Результаты исследований светильников, совмещенных с системой кондиционирования воздуха, подтверждают целесообразность дальнейших работ в этой области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айзенберг Ю. Б., Левина Л. Е. «Светотехника», 1967, № 8.
2. Ефимкина В. Ф., Резников Г. В. «Светотехника за рубежом», Информстандартэлектро, 1967.
3. Ефимкина В. Ф., Аниччин А. Г., Мухина Н. А. «Светотехника за рубежом», Информстандартэлектро, 1969.
4. Ефимкина В. Ф., Аниччин А. Г. Материалы научно-технической конференции (Рига, май 1968), Информстандартэлектро, 1968.
5. Ефимкина В. Ф., Аниччин А. Г. Материалы IV научно-технической конференции по осветительным приборам (Тернополь, май 1969), Информстандартэлектро, 1969.

Г. 943
Р. 0,09

УДК 621.327.534.15

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖЕЛОБКОВЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

Инж. А. С. ФЕДОРЕНКО

Всесоюзный институт источников света

Одним из основных недостатков существующих люминесцентных ламп является зависимость их световых и электрических параметров от температуры окружающей среды. Увеличение и особенно уменьшение температуры по сравнению с оптимальной значительно снижает их световой поток.

К сожалению, эксплуатация люминесцентных ламп не всегда является правильной. Лампы, имеющие максимум светового потока при температурах от 18 до 27°C, часто работают либо при повышенных температурах до 60°C (закрытые светильники), либо при пониженных температурах ниже 10°C (светильники для улиц). При этом убыток по сравнению с эксплуатацией оптимальной лампы (специально разработанной для заданных условий эксплуатации) доходит до половины стоимости лампы.

Описанный недостаток люминесцентных ламп приводит либо к необходимости увеличения их ассортимента (лампы для закрытых невентилируемых светильников, для открытых светильников, для любой погоды), либо к разработке светильников с принудительной вентиляцией, утепленных светильников и т. д.

За последнее время осуществлен ряд исследований, направленных на создание люминесцентных ламп, эффективно работающих в широком диапазоне окружающей температуры. Так, английской фирмой «Атлас»

разработаны лампы 65/80 вт, эффективно работающие как в закрытых (режим 65 вт), так и в открытых (режим 80 вт) светильниках [Л. 1].

Желобковые люминесцентные лампы [Л. 2], имеющие в сечении колбы некруглую форму, обладают некоторыми преимуществами перед лампами круглого сечения в аспекте описанной выше проблемы. Колбы желобковых ламп в зоне желоба (фигурной вмятины) имеют некруглое почкообразное сечение. Поддержание оптимального давления паров ртути в желобковых лампах осуществляется за счет образования в остром углу специально изготовленных несимметричных желобов холодных зон, в которых конденсируется ртуть. Причиной образования холодных зон в острых углах желобов является сжатие плазмы и перемещение ее в более широкую область сечения.

В 1966—1968 гг. во ВНИИИС разработана серия желобковых ламп ЛБЖ 150, ЛБЖ 110 и ЛБЖ 80, основные параметры которых приведены в таблице.

Ниже приводятся результаты исследования температурных зависимостей световых и электрических параметров желобковых ламп при нагрузке их до разных мощностей и при различном положении их холодных зон. Основная цель работы заключалась в определении оптимального диапазона температуры эксплуатации желобковых ламп и возможности его расширения.