ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71776— 2024

САМОЛЕТЫ И ВЕРТОЛЕТЫ

Методы оценки обзора из кабины

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-испытательный институт эргатических систем» (ОАО «НИИЭС»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 323 «Авиационная техника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 ноября 2024 г. № 1690-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Термины и определения 1
3 Общие положения 2
3.1 Расчетный метод 2
3.2 Измерительный метод 5
3.3 Экспертный метод 5
Приложение А (рекомендуемое) Построение предельной траектории визирной точки 7
Приложение Б (рекомендуемое) Примеры построения диаграмм обзора 8

Введение

Стандарт разработан на основе отраслевого стандарта ОСТ 1 00444—81 «Самолеты и вертолеты. Методы оценки обзора из кабины».

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САМОЛЕТЫ И ВЕРТОЛЕТЫ

Методы оценки обзора из кабины

Planes and helicopters.
Methods for evaluating the view from the cockpit

Дата введения — 2025—02—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методы (расчетный, измерительный и экспертный) оценки обзора из кабины экипажа самолета/вертолета с рабочего места летчика и распространяется на кабины экипажа самолета/вертолета (со средствами для определения главной линии визирования), оборудованные креслом, не оснащенным системой катапультирования, допускающим изменение позы летчика в пределах вытяжки привязных ремней.

2 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

2.1

бинокулярное зрение: Зрение двумя глазами, при котором воспринимается единый зрительный образ.

[ГОСТ 14934—88, статья 55]

2.2 **вертикальный угол обзора:** Угол между линией визирования и ее проекцией на главную визирную плоскость.

2.3 **визирная точка:** Расчетное или экспериментально определенное место положения глаза (левого, правого, либо середины межзрачкового расстояния) летчика при наклоне туловища и повороте головы.

2.4 **главная визирная плоскость:** Плоскость, проходящая через главную линию визирования перпендикулярно к плоскости симметрии кресла летчика.

2.5 **главная визирная точка (азимутальный центр):** Условная точка, соответствующая середине межзрачкового расстояния глаз летчика в рабочей позе при выполнении горизонтального полета.

2.6 **главная линия визирования:** Условная линия, проходящая через главную визирную точку в плоскости симметрии кресла параллельно строительной горизонтали самолета/вертолета.

2.7 **горизонтальный угол обзора:** Угол между главной линией визирования и проекцией линии визирования на главную визирную плоскость.

2.8 **диаграмма обзора:** Графическое представление обзора объектов окружающего пространства, выполненное в виде равнопромежуточной цилиндрической проекции, построенной в результате перехода от сферической угловой системы координат к прямоугольной.

2.9 **зона затенения:** Часть поля обзора, недоступная для наблюдения внекабинного пространства с рабочего места летчика из-за перекрытия его элементами конструкции самолета/вертолета (переплеты остекления, перископы, козырек приборной доски, вентилятор, внутренняя обшивка и т. п.).

2.10 **зона обзора:** Часть поля обзора, имеющая определенное значение для выполнения летчиком действий по управлению самолетом/вертолетом.

Издание официальное

2.11 **конструктивный обзор:** Обзор, определяемый при монокулярном зрении летчика при совмещении середины межзрачкового расстояния с главной визирной точкой, не учитывающий подвижность летчика на рабочем месте.

2.12 **крейсерский режим полета:** Установившийся горизонтальный режим полета с минимальным расходом топлива при постоянной скорости и максимальной дальности полета.

2.13 **линия визирования:** Линия, проходящая через визирную точку и наблюдаемую точку видимого пространства.

2.14 **монокулярное зрение:** Способность видеть окружающие предметы глазом (левым или правым) отдельно, либо модельное представление о способности видеть окружающие предметы из одной визирной точки, не совпадающей при этом ни с одним из глаз.

2.15 **обзор из кабины:** Характеристика кабины, определяющая возможность наблюдения внекабинного пространства с рабочего места летчика.

2.16

поле зрения: Часть пространства, в пределах которого находящийся в заданном положении глаз наблюдателя видит объекты.

[ГОСТ Р 56228—2014, статья 2.23]

2.17 **предельная траектория визирной точки:** Граница области возможных положений визирной точки на главной визирной плоскости с учетом подвижности летчика на рабочем месте (свободного поворота головы и наклона туловища), защитного снаряжения.

2.18 **реальный обзор:** Обзор, определяемый с учетом бинокулярного зрения летчика, его подвижности на рабочем месте (свободного поворота головы и наклона туловища), защитного снаряжения и положения самолета/вертолета относительно плоскости горизонта.

2.19 **строительная горизонталь фюзеляжа;** СГФ: Условно-выбранная базовая линия, относительно которой выполняется построение геометрии фюзеляжа самолета/вертолета.

2.20 **точка S кресла:** Точка пересечения поверхностей спинки и подушки кресла в обжатом состоянии (на вертикальной плоскости симметрии кресла), от которой кресло регулируется поровну в горизонтальном и вертикальном направлениях.

2.21 **эксперт:** Специалист, имеющий профессиональное образование, знания, умения, навыки и практический опыт в рассматриваемой области деятельности (опыт работы на оцениваемых объектах или его прототипах).

Примечание — В настоящем стандарте в качестве эксперта выступает специалист из летного и/или инженерного состава, назначенный для оценки объекта в установленном порядке.

3 Общие положения

Оценка обзора из кабины экипажа включает в себя следующие методы:

- расчетный;
- измерительный;
- экспертный.

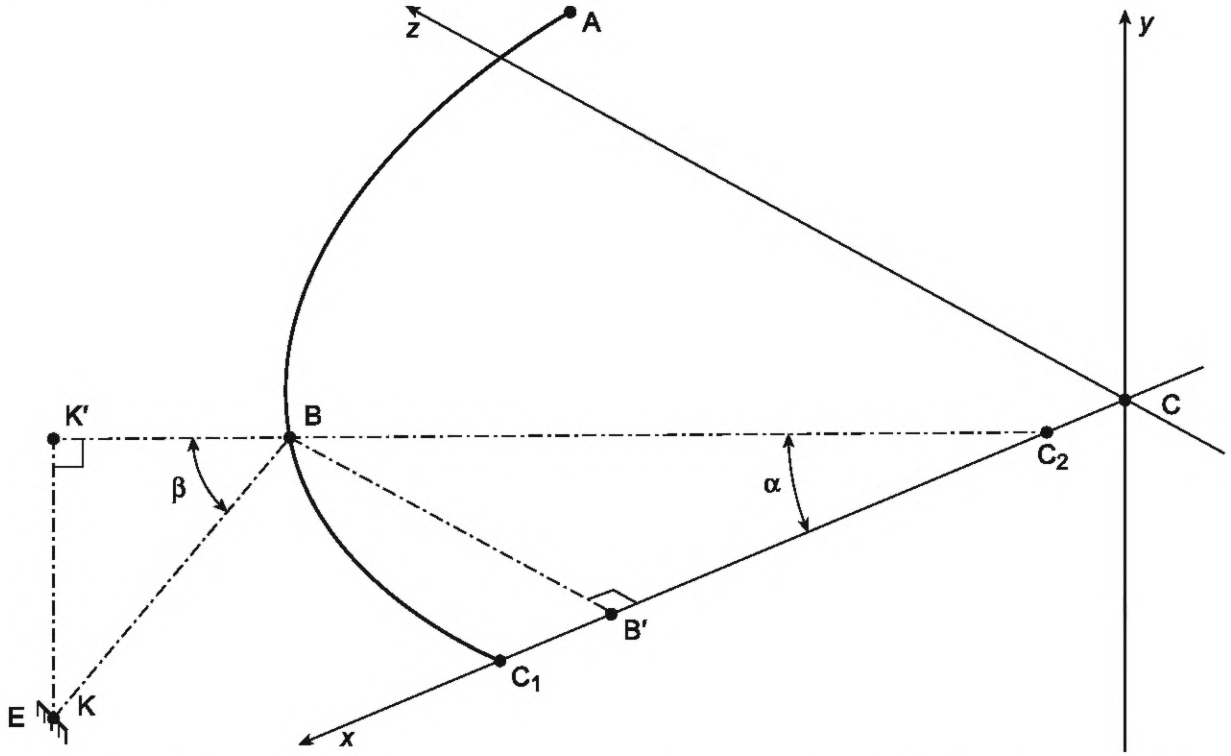
3.1 Расчетный метод

3.1.1 Расчетный метод применяют при проектировании и макетировании (создании макета) самолета/вертолета. Метод корректен при условии использования кресел с углом наклона спинки в диапазоне от 15° до 18° относительно вертикали. При использовании кресел с другими углами наклона спинки требуется уточнение расстояния от точки С до точки C_2 на конкретном изделии.

3.1.2 Для проведения оценки обзора расчетным методом на чертеже, или макете (с использованием систем автоматизированного проектирования, программного обеспечения для 3D-моделирования и т. д.), или схеме общего вида фонаря кабины должны быть показаны:

- система координат C_{xyz} рабочего места летчика;
- координаты контурных точек (точки следует назначать через интервалы от 5° до 10° по осям координат вертикального и горизонтального обзоров) по зонам обзора на границах остекления;
- координаты главной визирной точки C_2 и визирных точек, образующих предельную траекторию C_1A визирной точки в главной визирной плоскости.

Схема взаимного расположения контурной точки К* и предельной траектории визирной точки C_1A показана на рисунке 1.



C_{xyz} — система координат рабочего места летчика с началом в точке С (проекция точки S кресла на главную визирную плоскость); C_1A — предельная траектория визирной точки в главной визирной плоскости; C_2 — главная визирная точка (азимутальный центр); BK — линия визирования при наблюдении контурной точки К; BK' — проекция линии визирования на главную визирную плоскость; $B'C_2$ — проекция BC_2 на ось *x*; α — горизонтальный угол обзора; β — вертикальный угол обзора; E — граница остекления

Рисунок 1 — Схема взаимного расположения контурной точки К и предельной траектории визирной точки C_1A

3.1.3 При расчете горизонтальных углов реального обзора необходимо:

- соединить азимутальный центр с точкой K' — проекцией заданной контурной точки К на главную визирную плоскость;
- определить горизонтальный угол обзора α как угол между отрезком C_2K' и осью *x* по формуле

$$\alpha = \text{arc tg}\frac{BB'}{B'C_2}, \quad (1)$$

где $B'C_2$ — проекция BC_2 на ось *x*;

BB' — отрезок, получившийся при построении проекции $B'C_2$ на ось *x*.

Горизонтальный угол конструктивного обзора рассчитывается как угол между проекцией линии визирования на главную визирную плоскость и осью *x*.

3.1.4 При расчете вертикальных углов реального обзора необходимо:

- определить визирную точку В при заданном положении контурной точки К и известном горизонтальном угле обзора α как точку пересечения отрезка C_2K' и траектории C_1A;
- соединить визирную точку В с контурной точкой К и рассчитать вертикальный угол обзора β как угол между линией визирования BK и ее проекцией BK' на главную визирную плоскость по формуле

$$\beta = \text{arc tg}\frac{KK'}{BK'}, \quad (2)$$

где BK' — проекция линии визирования BK на главную визирную плоскость;

KK' — отрезок, получившийся при построении проекции BK' на главную визирную плоскость.

* Точка К — одна из общего массива контурных точек, находящихся на границе остекления самолета/вертолета.

Вертикальный угол конструктивного обзора рассчитывается как угол между линией визирования и ее проекцией на главную визирную плоскость.

3.1.5 Расчет углов обзора для крайних боковых положений туловища и максимальных поворотов головы летчика проводят с учетом поля зрения летчика при движении его глаз.

3.1.6 Построение предельной траектории визирной точки приведено в приложении А. Предельная траектория визирной точки в кабине самолета/вертолета для одного или двух летчиков приведена на рисунке А.1.

3.1.7 При определении конструктивного обзора принимается, что середина межзрачкового расстояния летчика находится в главной визирной точке, зрение летчика монокулярно и обзор ограничен конструкцией кабины самолета/вертолета.

3.1.8 На основе вычисленных значений углов обзора следует построить диаграмму обзора в прямоугольной системе координат, откладывая по горизонтальной оси значения горизонтальных углов обзора, по вертикальной оси — вертикальных углов обзора. При этом считается: обзор по левому борту самолета/вертолета — для левого глаза летчика, по правому — для правого глаза летчика. Диаграммы, построенные для левого и правого глаз летчика, совмещают по плоскости симметрии кресла.

Построенная диаграмма сопоставляется с выбранными критериями обзора (эталоном). Реальный обзор не должен быть меньше необходимого в соответствии с критериями обзора (эталоном).

Пример построения диаграммы обзора из двухместной кабины самолета для летчика, расположенного в кабине слева, приведен на рисунке Б.1.

Пример построения диаграммы обзора из кабины вертолета для летчика, расположенного в кабине слева, приведен на рисунке Б.2.

3.1.9 В случае, когда предусмотрено использование снаряжения, влияющего на рабочую позу летчика (в т. ч. расположение главной визирной точки или визирной линии), разработчиком изделия должно быть уточнено положение главной визирной точки и главной визирной линии в пространстве.

3.1.10 Влияние элементов конструкции (переплеты остекления, перископы, козырек приборной доски, вентилятор, внутренняя обшивка и т. п.) на обзор оценивается с учетом бинокулярного зрения летчика.

Построение зон затенения обзора элементами конструкции проводят отдельно из левого и правого глаз летчика.

Пересечение данных зон является зоной затенения элементами конструкции, затрудняющей обзор летчика из кабины самолета/вертолета. Схематическое изображение зон затенения при наложении обзора из правого (штриховая линия) и левого (сплошная линия) глаз показано на рисунке 2 (заштрихованная зона — эталонный обзор согласно критериям).

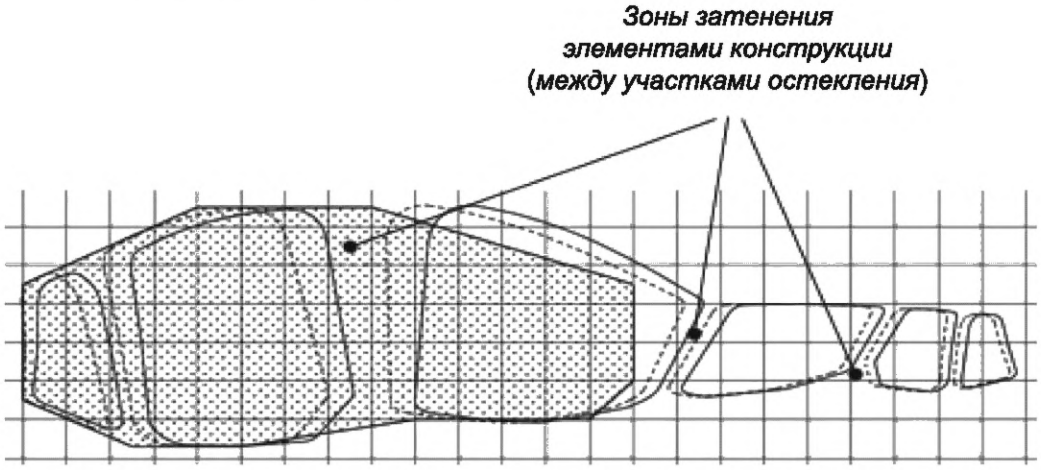


Рисунок 2 — Схематическое изображение зон затенения при наложении обзора из правого и левого глаз

3.1.11 Построение диаграммы конструктивного обзора из точки C_2 применяется для оценки условий обзора из кабины на крейсерском режиме полета, при котором летчик занимает основную рабочую позу без отрыва от спинки кресла и поворота/наклона головы.

Построение диаграммы конструктивного обзора из точки C_1 (с максимальным наклоном корпуса тела вперед) является опциональным и применяется для оценки условий обзора из кабины при взлете и посадке.

Построение диаграммы реального обзора (с использованием предельной траектории визирной точки или любых других траекторий, при условии невыхода этой траектории за предельную) применяется для оценки максимальных возможных значений углов вертикального обзора.

Построение диаграммы реального обзора с учетом бинокулярного зрения также применяется для оценки наличия зон затенения и подразумевает построение диаграмм обзора отдельно из левого и правого глаз с последующим суммированием полученных зон обзора.

3.2 Измерительный метод

3.2.1 Измерительный метод применяется при макетировании (создании макета) и летных испытаниях самолета/вертолета.

3.2.2 Измерения углов обзора проводят с помощью средств измерения, позволяющих определять величину горизонтальных и вертикальных углов.

3.2.3 В процессе проведения измерений следует учитывать положение самолета/вертолета или их макетов.

При проведении работ по измерению углов обзора следует приводить СГФ самолета/вертолета или макета в горизонтальное положение, либо стояночное положение самолета/вертолета или макета должно учитываться при расчетах и анализе результатов измерений.

3.2.4 Разметку контурных точек, в направлении которых определяются углы обзора, проводят в соответствии с 3.1.2.

Результаты измерений фиксируются, по полученным результатам рассчитываются углы обзора и строится диаграмма обзора в прямоугольной системе координат (см. приложение Б), при этом по горизонтальной оси откладываются значения горизонтальных углов обзора, по вертикальной оси — вертикальных углов обзора. При этом считается: обзор по левому борту самолета/вертолета — для левого глаза летчика, по правому — для правого глаза летчика. Диаграммы, построенные для левого и правого глаз летчика, совмещают по плоскости симметрии кресла.

Построенная диаграмма сопоставляется с выбранными критериями обзора (эталоном). Реальный обзор не должен быть меньше необходимого в соответствии с критериями обзора (эталоном).

Измерительный метод должен обеспечивать измерение углов обзора с абсолютной погрешностью ±1°.

3.3 Экспертный метод

3.3.1 Экспертный метод применяют при макетировании (создании макета) и летных испытаниях самолета/вертолета.

При проведении экспертной оценки на этапе макетирования (создания макета) рассматриваются только те параметры, которые возможно оценить на данном этапе.

3.3.2 Экспертный метод должен состоять в выявлении преобладающей оценки экспертов по рассматриваемым вопросам, а также в сравнении независимых оценок экспертов и в последующей аналитической обработке полученных данных.

3.3.3 Процедура экспертной оценки должна состоять из следующих этапов:

- организации опроса (составление анкеты опроса в случае необходимости, подбор экспертов);
- проведения опроса (заполнение подготовленной анкеты экспертом из числа летного состава или устный опрос);
- обработки результатов опроса и получения оценок;
- анализа и представления результатов в виде обобщенной оценки.

3.3.4 Опрос экспертов должен соответствовать следующим требованиям:

- ответы экспертов должны содержать характеристику обзора по выбранной балльной системе (например, по трехбалльной), по зонам обзора или комплексно;
- размеры зон обзора и их количество определяются назначением самолета/вертолета;
- мнения экспертов должны быть обоснованы и подкреплены комментариями и разъяснениями по сути рассматриваемого вопроса.

3.3.5 Индивидуальную комплексную оценку В эксперта рассчитывают по формуле

$$B = \frac{K_1A_1 + K_2A_2 + K_3A_3 \ldots + K_mA_m}{m}, \quad (3)$$

где A_1, A_2, A_3, …, A_m — оценка экспертом зон обзора 1, 2, 3, …, m соответственно;

K_1, K_2, K_3, …, K_m — коэффициент весомости зон обзора 1, 2, 3, …, m соответственно;

m — количество зон обзора.

3.3.6 Коэффициент весомости зон обзора является нормируемой величиной и определяется разработчиком самолета/вертолета из условий эффективности и безопасности полета, качества пилотирования и выполнения основной и дополнительных задач, стоимости производства.

3.3.7 При оценке эксперт должен учесть следующие особенности эксплуатации самолета/вертолета:

- размещение летчика на рабочем месте, регулировка кресла, контроль положения глаз относительно главной линии визирования;
- достаточность обзора из кабины при маневрировании по земле и пилотировании;
- достаточность обзора для выполнения задач в соответствии с назначением самолета/вертолета;
- влияние затенения обзора элементами конструкции и оборудования кабины;
- достаточность обзора при полете в сложных метеоусловиях, при посадке на необорудованном аэродроме, в особых случаях;
- возможность дополнительных движений головой при необходимости увеличения обзора.

3.3.8 Обобщенную среднюю оценку $B_{ср}$ рассчитывают по формуле

$$B_{ср} = \frac{B_1 + B_2 + B_3 \ldots + B_n}{n}, \quad (4)$$

где n — количество экспертов (должно быть не менее трех);

B_1, B_2, B_3, …, B_n — оценка конкретного эксперта.

Отрицательные оценки (например, оценка «2» в трехбалльной шкале «2/3/4») требуют дополнительного анализа.

При необходимости уточнения степени неоднородности индивидуальных оценок экспертов параметр ΔB рассчитывают по формуле

$$\Delta B = B_{max} - B_{min}, \quad (5)$$

где B_{max} — наивысшая оценка по рассматриваемому параметру;

B_{min} — наименьшая оценка по рассматриваемому параметру.

Показатель ΔB является вспомогательной величиной и может использоваться для сравнительного анализа, насколько оценки экспертов (по одному или нескольким вопросам/параметрам оценки) отличаются между собой. Чем выше показатель ΔB, тем более неоднородная оценка экспертов по каждому конкретному параметру оценки.

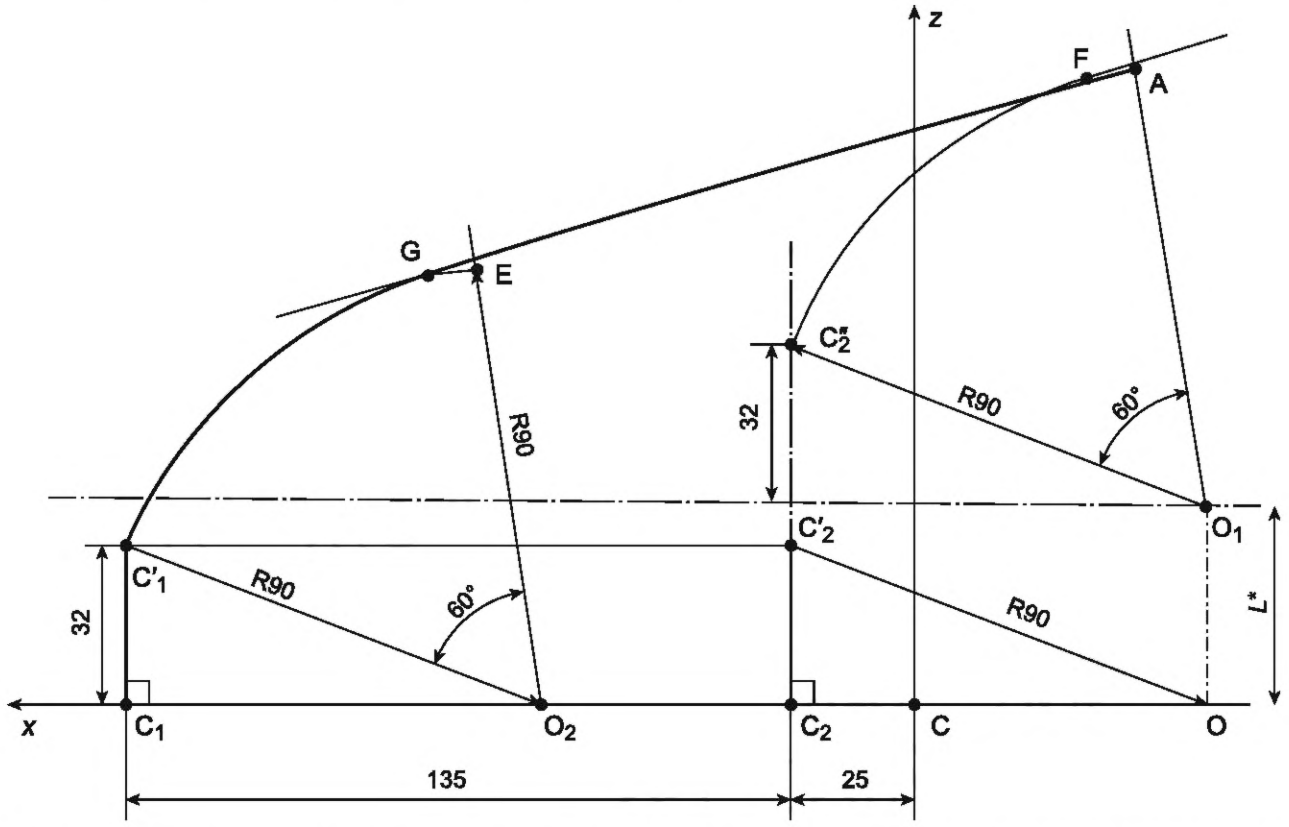
Приложение А
(рекомендуемое)

Построение предельной траектории визирной точки

Порядок построения предельной траектории визирной точки для правого глаза летчика (при построении для левого глаза летчика — операции зеркальны относительно оси *x*) в главной визирной плоскости следующий:

- на перпендикулярах к оси *x* из точек C_1 и C_2 откладывают 32 мм, находят точки C'_1 и C'_2;
- из точек C'_1 и C_2 как из центров окружностей радиусом *R* = 90 мм проводят дуги до пересечения с осью *x*, находят точки O_2 и O;
- из точки O_2 как из центра окружности радиусом *R* = 90 мм проводят дугу C'_1E величиной не менее 60°;
- на перпендикулярах к оси *x* из точки O откладывают размер *L*, находят точку O_1;
- находят точку C''_2 как точку пересечения дуги окружности радиусом *R* = 90 мм с центром в точке O_1 и перпендикуляра, восстановленного к оси *x* из точки C_2;
- проводят дугу C''_2A окружности, равную 60°, с центром в точке O_1 радиусом *R* = 90 мм, находят точку A;
- строят прямую, касательную к дугам C'_1E и C''_2A, находят точки касания G и F;
- строят отрезок GF;
- линия C_1A (C_1GFA) образует предельную траекторию визирной точки.

Для случаев управления, непосредственно не связанных с пилотированием, допускается в зоне горизонтальных углов обзора от 90° до 135° отклонение траектории C_1A от приведенной на рисунке А.1 за счет наклона тела летчика до ограничения конструкцией кабины вертолета.



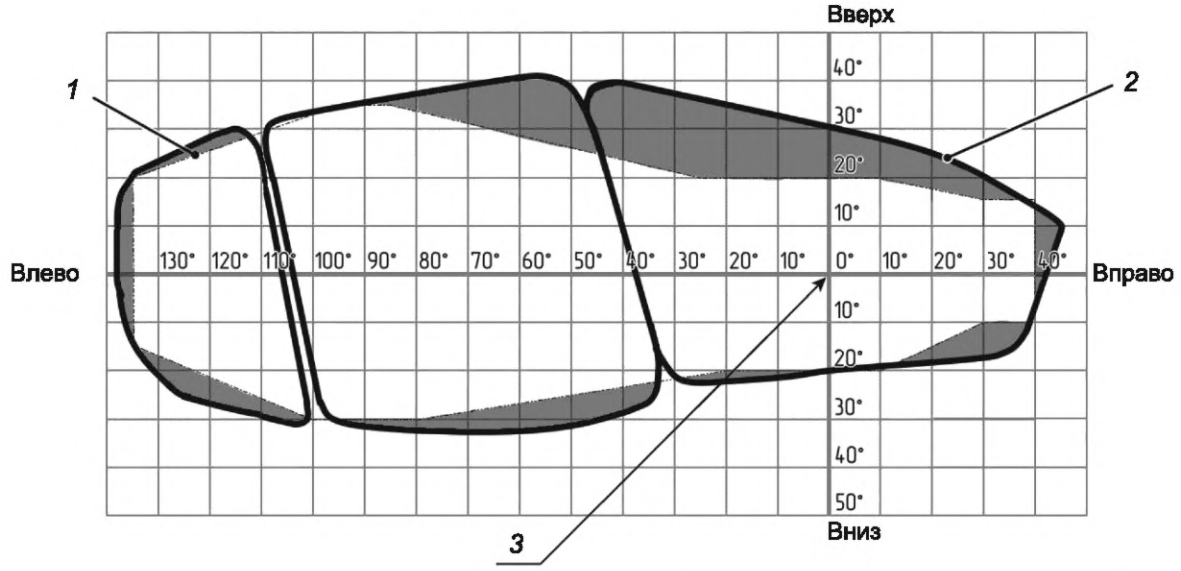
C_1A — предельная траектория визирной точки в главной визирной плоскости; C — проекция точки S кресла на главную визирную плоскость; C_2 — главная визирная точка (азимутальный центр); O и O_1 — центры вращения головы

Рисунок А.1 — Предельная траектория визирной точки в кабине самолета/вертолета для одного или двух летчиков

* Размер *L* равен 40 мм для вертолетов и 160 мм для самолетов, но также может отличаться от данных значений вследствие конструктивных особенностей конкретного изделия или наличия каких-либо ограничений.

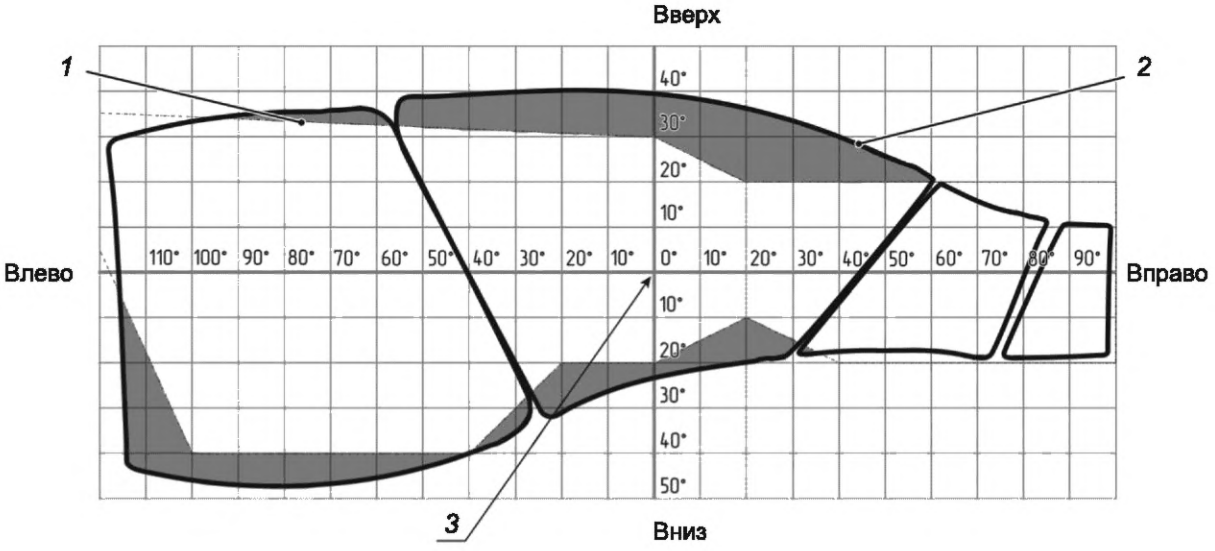
Приложение Б
(рекомендуемое)

Примеры построения диаграмм обзора



1 — критерии обзора (эталонный вариант); *2* — границы реального обзора (пример); *3* — направление главной линии визирования

Рисунок Б.1 — Пример построения диаграммы обзора из двухместной кабины самолета для летчика, расположенного в кабине слева



1 — критерии обзора (эталонный вариант); *2* — границы реального обзора (пример); *3* — направление главной линии визирования

Рисунок Б.2 — Пример построения диаграммы обзора из кабины вертолета для летчика, расположенного в кабине слева

УДК 629.7:006.354 ОКС 49.020

Ключевые слова: самолеты, вертолеты, методы оценки, обзор, кабина, зона обзора, линия визирования, диаграмма обзора

Редактор *Е.В. Якубова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 19.11.2024. Подписано в печать 06.12.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 0,93.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru