

Н.В. Колпаков

Авиационные приборы

Часть 3 Аэронавигационные приборы

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 656
ББК 39.1
Н11

Н11 **Н.В. Колпаков**
Авиационные приборы: Часть 3 Аэронавигационные приборы / Н.В. Колпаков – М.: Книга по Требованию, 2015. – 214 с.

ISBN 978-5-458-38446-9

Аэронавигационные приборы

ISBN 978-5-458-38446-9

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2015

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2015

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

определить величину склонения для каждой изогоны, если цифра эта и не проставлена на карте.

Кроме изогон, на магнитной карте указываются *магнитные аномалии* — районы с более или менее резкими отклонениями от нормального распределения элементов магнетизма на земной поверхности. В качестве примера можно привести Курскую аномалию, где на расстоянии нескольких километров склонение изменяется почти на 180° .

Желая определить склонение для заданного пункта, достаточно заметить, какая изогона проходит через этот пункт или вблизи него. Если заданный пункт лежит между изогонами, то склонение определяется путем интерполяции. В найденное по карте магнитное склонение следует вводить поправку на изменение по карте годичного изменения склонения.

Пример. Определить магнитное склонение в 1937 г. в Москве.

Решение. Находим по карте магнитного склонения, что в Москве склонение равно $+6^\circ 10'$. Но данная карта составлена для 1930 г., поэтому необходимо ввести поправку на изменение склонения за 7 лет. По карте изменения склонения для Москвы поправка равна $+9'$ в год, умножив ее на 7 лет (разность между 1930 и 1937 гг.), получим $+63'$. Прибавляем (алгебраически) полученную поправку к $6^\circ 10'$ и находим, что в Москве в 1937 г. магнитное склонение было равно $+7^\circ 13'$, или, округленно, $+7^\circ$.

2. Назначение магнитного компаса

Основной задачей аэронавигации является правильное направление самолета к назначенному пункту, для чего нужно

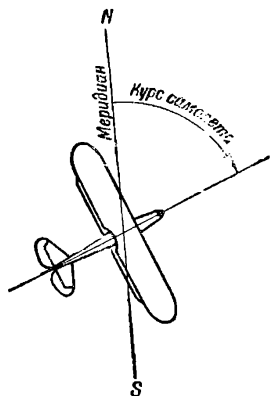


Рис. 3. Направление отсчета курса самолета

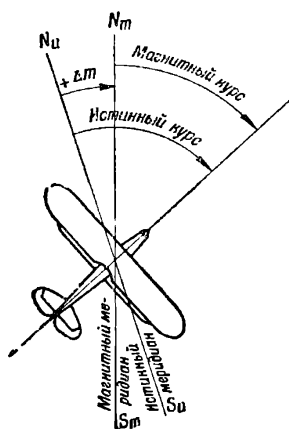


Рис. 4. Курс самолета

уметь вести самолет по заданному курсу. *Курсом самолета* называется угол между северным направлением меридиана и продольной осью самолета. Курс измеряется в градусах от 0° до 360° и обозначается буквой γ или K . Отсчет курса ведется

в горизонтальной плоскости от северного направления меридиана по движению часовой стрелки до направления оси самолета (рис. 3).

Курс может быть *истинным* ($\gamma_{и}$), *магнитным* ($\gamma_{м}$) и *компасным* ($\gamma_{к}$) (рис. 4) в зависимости от того, от какого меридиана ведется отсчет (о компасном курсе будет сказано ниже).

Основным прибором для направления самолета по курсу и для определения курса служит *магнитный компас*. На рис. 5 видно, что угол между курсовой чертой компаса (продольной осью самолета) и северным направлением магнитной стрелки (магнитным меридианом) и есть магнитный курс самолета.

Кроме магнитного компаса, для направления самолета по курсу применяют ГМК (гиромагнитный компас), а также СУК (солнечный указатель курса).

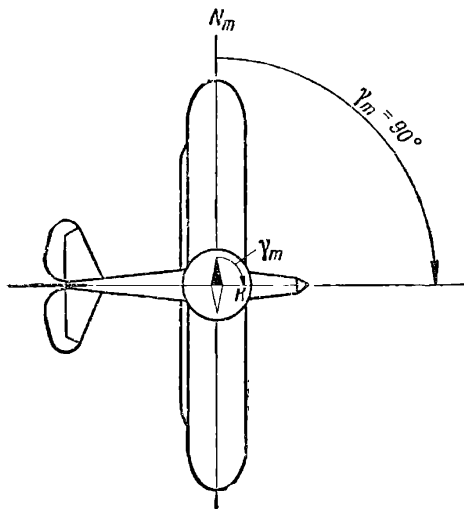


Рис. 5. Магнитный курс самолета

3. Принцип действия и устройство авиационного компаса

Действие любого магнитного компаса основано на свойстве магнитной стрелки устанавливаться (своей осью) в плоскости магнитного меридиана.

Когда направление магнитного меридиана установлено, можно измерить угол в горизонтальной плоскости между продольной осью самолета и магнитным меридианом, — так называемый магнитный курс.

Современные авиационные магнитные компасы представляют собой приборы значительно более сложные, чем обычный полевой компас.

(Для изготовления металлических деталей магнитного компаса всегда используются по мере возможности *диамагнитные* или *слабромагнитные* металлы.)

Основными частями всякого авиационного компаса являются: *котелок, картушка, кронштейн, девиационный прибор, курсовая черта* (рис. 6).

Котелок представляет собой массивный медный или алюминиевый сосуд, герметически закрытый стеклянной крышкой.

Котелок наполняется специальной жидкостью (винным спиртом или лигроином — фракция бакинского бензина¹), состав которой указывается в прилагаемом к компасу аттестате. Замена одной жидкости другой, даже изменение характеристики данной жидкости (например, изменение удельного веса жидкости) может сильно ухудшить качества компаса или привести его в полную негодность. Последнее может произойти, например, при замене спирта лигроином. Произойдет это потому, что внутренняя окраска котелка компаса, не растворяющаяся в спирте определенной крепости, растворится в лигроине.

Жидкость в котелке служит для более быстрого затухания колебаний картушки, а также для уменьшения давления шпильки картушки на топку (см. ниже). Последнее особенно заметно

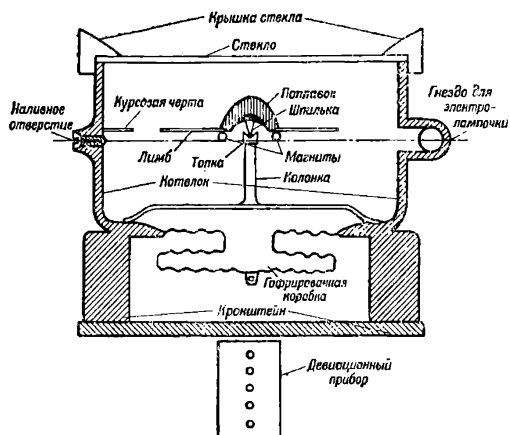


Рис. 6. Общая схема устройства магнитного компаса

при наличии поплавковой картушки, почти плавающей в жидкости.

Внутри котелка, в его центре, помещена колонка, служащая опорой для картушки. Картушка является системой соединенных между собой магнитов, причем одноименные их полюсы направлены в одну сторону; обычно в картушке устанавливаются две пары магнитов, соответственно расположенных как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости. Необходимым условием для правильной работы магнитной системы является симметричность расположения обеих пар магнитов по отношению к оси вращения картушки. Магниты подбираются с таким расчетом, чтобы соответственные магниты (в разных парах) имели один и тот же магнитный момент; верхние магниты имеют магнитный момент больший, чем нижние (магнит-

¹ В настоящее время изготавливаются компасы, заполненные только лигроином.

ный момент верхних около 15 CGSm, а нижних — около 12 CGSm)¹. Следовательно, суммарный магнитный момент катушки должен быть не менее 54—56 CGSm.

Качество магнитной системы зависит от материала и способа изготовления магнитов. Магниты катушки изготавливаются из сортов стали, обладающих большой коэрцитивной² силой. Практически магнитная система должна работать нормально в продолжение около 200 час. работы мотора самолета на земле и в воздухе.

Катушка опирается шпилькой на чашечку (подпятник) из твердого камня (агат, сапфир и др.), вделанную в колонку компаса и называемую топкой. Сверху на систему магнитов наложен лимб (шкала) из легкого по весу и непременно диамагнитного металла. Лимб разбивается на 360°, причем *N* (норд) лимба совпадает с *северными* концами магнитов (у компасов с вертикальной катушкой *N* лимба совпадает с *южными* концами магнитов). Катушка компаса имеет металлический полый поплавок, благодаря чему у современных компасов вес катушки в воздухе доходит примерно до 5—6 г, а в жидкости катушка весит только 0,6—0,7 г.

Катушки некоторых компасов лимба не имеют; вместо него к магнитам прикреплены специальные проволочки-успокоители (называемые усиками)³, которые при вращении катушки в жидкости создают добавочное сопротивление, что в совокупности с поплавком дает аperiодические колебания катушки. Практически аperiодические колебания катушки облегчают пользование компасом в полете.

На катушке часто устанавливают указатель магнитного меридиана (в виде стрелки), который служит для ориентировки полетной карты относительно сторон горизонта; для удобства распознавания концов указателя северный конец его окрашивается в красный цвет, а южный — в синий. Помимо того, на северном конце указателя помещается небольшая стрелка. Указатель меридиана всегда направлен в продольной плоскости симметрии магнитной системы, т. е. по меридиану.

Кронштейн служит для установки компаса на самолете. Девиационный прибор служит для устранения или уменьшения девиации (о которой будет сказано ниже) путем вкладывания или поворачивания специальных магнетиков.

На внутренней стенке котелка имеется курсовая черта, которая служит индексом при отсчете курса по компасу.

Изменение температуры может вызвать изменение объема жидкости в котелке компаса, что приведет к неправильной работе катушки; для того чтобы котелок был всегда наполненным жидкостью доверху, необходимо изменять его объем; для этого к котелку припаивается компенсационная камера, состоя-

¹ Единица измерения магнитной массы.

² Удерживающей магнетизм.

³ Если компас не имеет лимба, а имеет усики-затухатели, то лимб, разделенный на 360°, следует подразумевать.

шая из двух гофрированных поверхностей по типу коробки Види.

Разобранная схема представляет основу конструкции всех авиационных магнитных компасов. Различные типы компасов отличаются между собой лишь приспособлениями для амортизации компаса, формой картушки, устройством освещения для работы ночью и тому подобными деталями, а также присущими каждой конструкции некоторыми особенностями.

На практике способ *пользования компасом для летчика и штурмана различен*. Летчик должен вести самолет строго по заданному курсу. Следовательно, компас, предназначенный для летчика, так называемый *путевой компас*, должен давать прежде всего указание, сохраняет ли самолет заданный курс или уклонится от него. Для штурмана, на обязанности которого лежит расчет курса самолета, компас должен давать возможность быстро и точно производить цифровые отсчеты курса самолета в каждый данный момент; компас штурмана называется *главным*.

В соответствии с указанным делением существуют следующие основные конструкции компасов: *путевые* — КИ-6 и К-5 и *главные* — А-3 и АН-4. (Такое разделение не исключает возможности использования компаса А-3, при необходимости, как путевого и компаса К-5 как главного.)

Компас А-3, обеспечивающий высокую точность показаний, имеет относительно большие габарит и вес. Кроме того, работа с таким компасом усложняется необходимостью его установки ниже обычного направления луча зрения летчика. Поэтому новейшим принятым на снабжение типом компаса является компас типа КИ с вертикальным расположением делений картушки, позволяющий устанавливать его непосредственно на приборной доске летчика. По условиям ограниченности места для его установки компас этого типа, в ущерб его точности, имеет несколько меньшие габарит и вес. Этот компас, как правило, применяется для самолетов небольшого радиуса действий (истребителей) или в качестве вспомогательного компаса, при наличии на самолете более точного компаса типов А-3 и АН-4.

Компасы А-3 и КИ при пользовании ими ночью требуют специального освещения, что усложняет работу с ними. Поэтому построен специальный ночной компас К-5 со светящейся шкалой, которым можно пользоваться как днем, так и ночью без применения дополнительного освещения.

В настоящей книге разбираются только четыре основные типа компасов: А-3, АН-4, К-5 и КИ-6; прочие типы компасов — АЛ-2, АН-2, К-4 и КИ-8 — легко освоить, зная четыре описываемых типа, почему они в данной книге и не рассматриваются.

4. Техническое описание компаса А-3

Компас А-3 (рис. 7) является комбинированным: он может быть использован в качестве путевого для летчика и в качестве главного для штурмана. Компас состоит из следующих частей

(рис. 8). Котелок 1 представляет собой давленный латунный цилиндр с толщиной стенок 1,5—2 мм. К верхней части котелка припаяется фланец-кольцо 11, служащее для закрепления винтами 12 прижимного кольца 13. На кольцо 11 накладывается прозрачное, плоскопараллельное зеркальное стекло 14 толщиной в 5 мм. Чтобы не было сколов, край стекла по всей окружности имеет фасет с углом скоса приблизительно в 60°. На фасет стекла кладется мягкое сплошное кольцо-прокладка 15. Резиновая прокладка со стеклом 14 прижимается

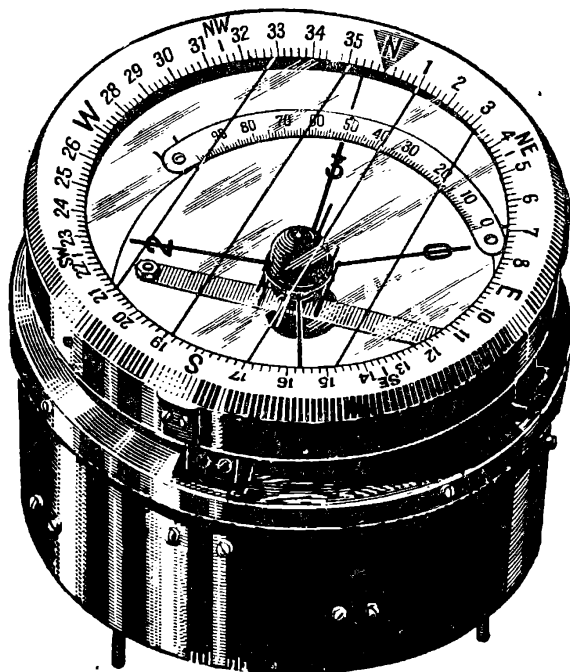


Рис. 7. Компас А-3 (внешний вид)

к фланцу 11 прижимным кольцом 13 с помощью винтов 12. Для большей гарантии герметичности котелка стекло, резиновая прокладка, верхняя часть фланца по соприкасающимся поверхностям резиновым клеем, который хорошо склеивает латунь, резину и стекло. К нижней части котелка припаяется компенсационная камера 7, сверху и сбоку котелка имеется наливное отверстие 17. Котелок компаса наполняется водным раствором этилового (винного) спирта в 80—90° (удельный вес раствора при $t=15^{\circ}\text{C}$ равен 0,834). Во внутренней части котелка помещается картушка 2 с двумя парами магнитов 16, указателем магнитного меридиана 19, усиками-затухателями 18 и шпилькой картушки 20. Усики-затухатели с оцифров-

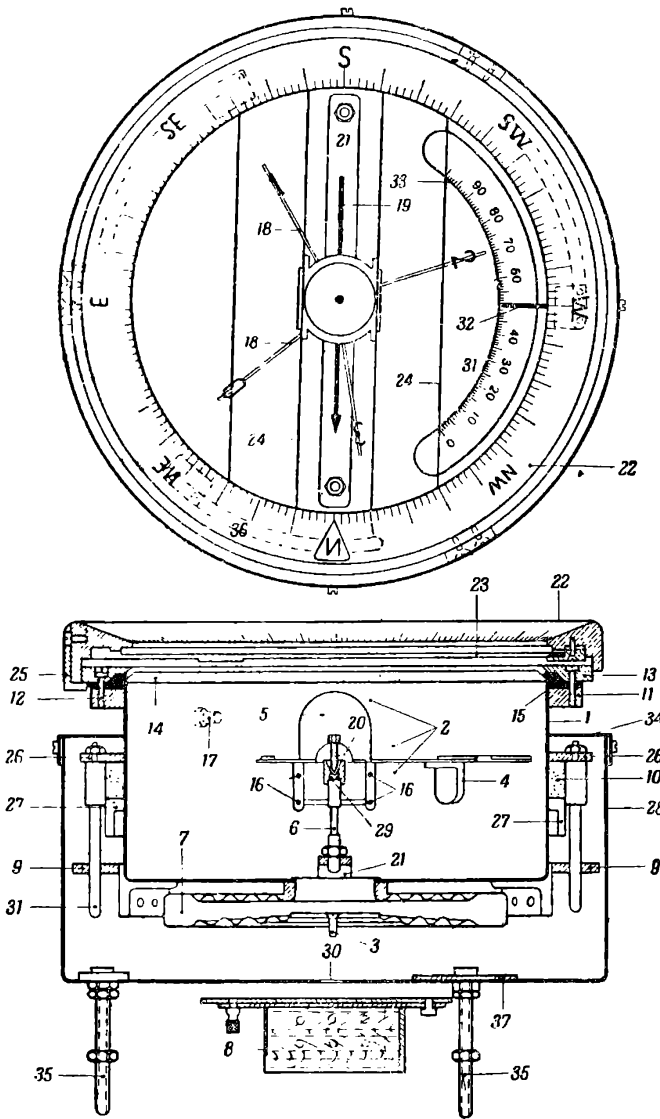


Рис. 8. Устройство компаса А-3

1 — котелок, 2 — картушка, 3 — ушко компенсационной камеры, 4 — мостик стоградусной шкалы, 5 — поплавок, 6 — колонка, 7 — компенсационная камера, 8 — девиационный прибор, 9 — направляющее кольцо, 10 — амортизатор, 11 — фланец-кольцо, 12 — винт прижимного кольца, 13 — прижимное кольцо, 14 — амортизатор, 15 — резиновое кольцо-прокладка, 16 — магниты картушки, 17 — гальваническое отверстие, 18 — усик-затухатели, 19 — указатель магнитного меридиана, 20 — шпилька картушки, 21 — перемычка для укрепления колонки, 22 — азимутальный круг, 23 — стекло азимутального круга, 24 — путевые нити, 25 — лапки, 26 — алюминиевое кольцо, 27 — мостик-угольник, 28 — кактоуз, 29 — топка, 30 — отверстие для нактоуза, 31 — направляющие ножки, 32 — курсовая черта, 33 — стоградусная шкала, 34 — крышка нактоуза, 35 — болты для крепления компаса к самолету, 36 — пластинчатая пружина, 37 — усиливающая пластинка

кой 0, 1, 2 и 3 располагаются на картушке через каждые 100° , отчего угол между усиками 0 и 3 равен 60° . Внешний вид картушки показан на рис. 9.

Колонка 6 (см. рис. 8) укреплена на перемычке 21; в верхней части колонки помещена агатовая толка. На боковой стенке котелка, на двух мостиках 4, помещена стоградусная шкала 33 с ценой деления в 1° . На верхней поверхности стекла 14 помещена курсовая черта 32. Азимутальный круг 22 представляет собою алюминиевое кольцо, которое можно вращать на 360° по верхней части фланца котелка; этот круг имеет деления через каждые 2° . Три пластинчатые пружины 36 дают возможность поворачивать азимутальный круг рукой, когда это нужно при отсчете, но не позволяют кругу самому сместиться с заданного курса от вибрации самолета.

Азимутальный круг имеет стекло 23 с вытравленными четырьмя параллельными путевыми нитями 24, идущими параллельно направлению $N-S$ азимутального круга. Соскакивание азимутального круга с фланца котелка предотвращают три лапки 25. Для того чтобы азимутальное стекло не запотевало изнутри, в азимутальном круге просверлено четыре отверстия для со-

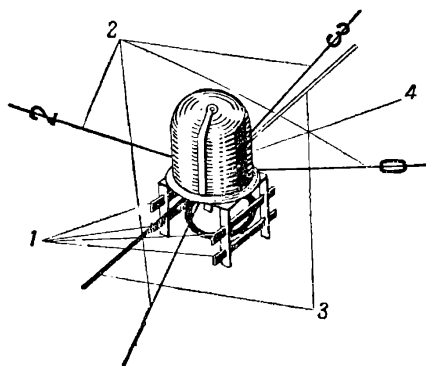


Рис. 9. Картушка компаса А-3

1 — магниты, 2 — усики-затухагели, 3 — указатель меридиана, 4 — поплавок

общения с наружным воздухом. С внешней стороны котелка имеется алюминиевое кольцо 26 с четырьмя резиновыми амортизаторами 10, которое служит опорой котелка. Резиновые амортизаторы приклеены резиновым клеем на мостиках-угольниках 27, прикрепленных к нактоузу 28. К нактоузу, в нижней его части, прикреплено направляющее кольцо 9, которое может перемещаться в своем креплении в горизонтальной плоскости на 2 мм. В этом кольце 9 имеются две прорези, в которые входят направляющие ножки 31, закрепленные на кольце 26. Таким образом, система нижнего кольца и направляющих ножек котелка имеет назначением давать котелку возможность смещаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях, в небольших пределах, без введения ошибки, происходящей при отсчете курса от смещения котелка.

Нактоуз имеет крышку 34, предохраняющую от попадания грязи и осадков внутрь его, а также удерживающую котелок от выскакивания из нактоуза. На дне нактоуза имеются три болта 35 для укрепления компаса в кабине самолета. Нактоуз имеет вырезы по окружности для вращения укрепленного компаса в горизонтальной плоскости в кабине самолета в преде-

Рис. 10. Девиационный прибор компаса А-3

1 — деревянная колодка, 2 — гнезда для магнитов-уничтожителей, 3 — чехол, 4 — латунная пластина для крепления

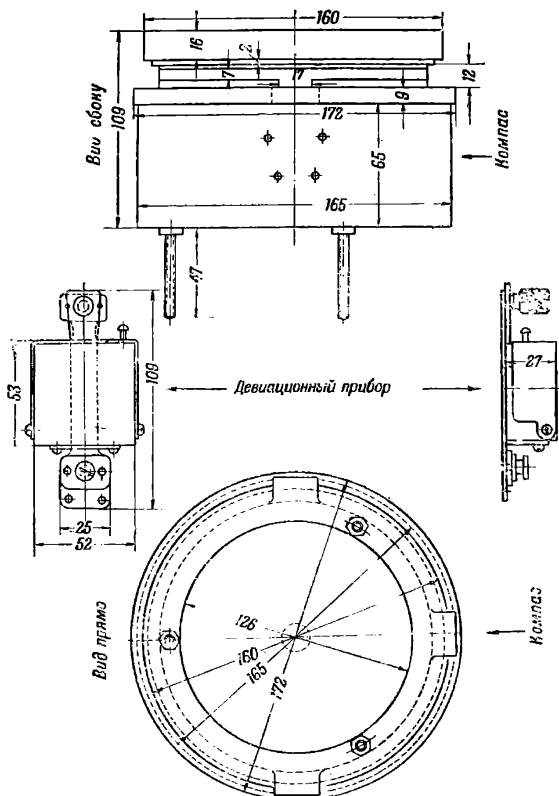
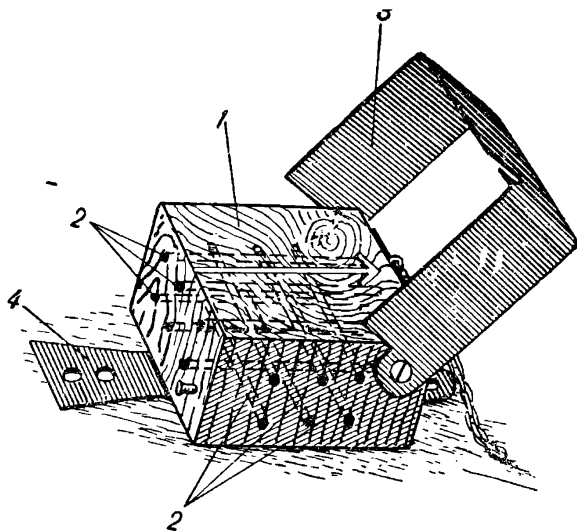


Рис. 11. Габарит компаса А-3