

Н.Ф. Кудрявцев

**Задачник по
аэронавигации.**

4-е издание

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 656
ББК 39.1
Н11

Н11 **Н.Ф. Кудрявцев**
Задачник по аэронавигации.: 4-е издание / Н.Ф. Кудрявцев – М.: Книга
по Требованию, 2021. – 132 с.

ISBN 978-5-458-38598-5

Задачник по аэронавигации.

ISBN 978-5-458-38598-5

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

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

Задача 7. Найти пункты на карте (карта 25 в/д, лист 4):

Широты	Долготы от Гринвича
1) $49^{\circ} 14'$	$28^{\circ} 29'$
2) $52^{\circ} 25'$	$31^{\circ} 1'$
3) $49^{\circ} 40'$	$32^{\circ} 3'$
4) $49^{\circ} 33'$	$25^{\circ} 35'$
5) $52^{\circ} 7'$	$26^{\circ} 7'$

Ответ: 1) Винница, 2) Гомель, 3) Золотоноша, 4) Тарнополь, 5) Пинск.

§ 2. Определение магнитного склонения

Магнитным склонением называется угол, образуемый географическим и магнитным меридианами. Склонение может быть *западным* или *восточным*, смотря по тому, в какую сторону отклоняется северный конец магнитной стрелки от географического меридиана. Восточное склонение обозначается знаком + (плюс), а западное знаком — (минус).

Величину магнитного склонения в данном месте определяют по специальным картам, на которых имеются *изогоны* — линии равного склонения (например, по станционной аэронавигационной карте).

Цифры, поставленные при изогонах, обозначают склонение (в градусах).

Для определения магнитного склонения в заданном пункте достаточно заметить, какая изогона проходит через этот пункт или вблизи него.

При выполнении маршрутных полетов склонение определяется для каждого этапа пути, лежащего между контрольными ориентирами. Во всех случаях склонение определяется с точностью до 1° .

Если магнитное склонение взято с карты, составленной несколько лет тому назад, то его необходимо исправить на величину изменения склонения.

Пример. В 1930 г. в Москве магнитное склонение было $+6^{\circ} 10'$. Определить величину склонения в Москве в 1938 г. Годичное изменение склонения в районе Москвы равно $+9'$.

Решение: $9' \times 8 = 72'$

$$6^{\circ} 10' + 72' = 7^{\circ} 22'.$$

ЗАДАЧИ

Задача 8. Определить по магнитной карте магнитное склонение в 1930 г. для следующих пунктов: Витебск, Вильно, Минск, Архангельск, Оренбург.

Ответ: $+3^{\circ} 30'$; $+50'$; $+1^{\circ}$; $+10^{\circ} 30'$; $+9^{\circ} 30'$.

Задача 9. Найти магнитное склонение для следующих маршрутов:

- 1) Витебск — Минск,
- 2) Москва — Ленинград,
- 3) Казань — Свердловск,
- 4) Харьков — Киев.

Ответ: 1) 3° , 2° , 1° ;
2) $+ 6^\circ$, $+ 5^\circ$;
3) $+ 11^\circ$, $+ 12^\circ$, $+ 13^\circ$;
4) $+ 4^\circ$, $+ 3^\circ$.

Задача 10. Определить величину годового изменения склонения в следующих пунктах: Киев, Воронеж, Казань, Оренбург, Новосибирск, Хабаровск, Владивосток.

Ответ: $+ 10'$; $+ 8'$; 0 ; $- 1'$; $- 5'$; $- 5'$; $- 3'$.

Задача 11. Определить величину магнитного склонения в 1936 г. для следующих пунктов: Ленинград, Одесса, Батуми, Ташкент, Хабаровск, Владивосток.

Ответ: $+ 5^\circ$; $+ 3^\circ$; $+ 4^\circ 30'$; $+ 6^\circ$; $- 9^\circ 40'$; $- 8^\circ$.

§ 3. Измерение заданного путевого угла и расстояний на картах

Угол, составленный меридианом и линией пути самолета, называется *путевым углом*. Намеченный к выполнению путевой угол называется *заданным путевым углом* (ЗПУ).

Измерение заданного путевого угла на карте производится с помощью транспортира. Для этого заданные пункты на карте соединяют прямой линией. Центр транспортира накладывают на точку пересечения проведенной линии с меридианом, проходящим посередине пути.

Диаметр транспортира при этом должен совпадать с меридианом, а прямой угол транспортира должен быть направлен в сторону полета.

Если прямой угол транспортира направлен к востоку, то отсчет путевого угла производится по оцифровке, расположенной вблизи обреза транспортира; если к западу, то отсчет производится по второй оцифровке.

Для аэронавигационных расчетов важно знать *магнитный путевой угол* (МПУ), поэтому найденный по карте ЗПУ переводят в МПУ. Чтобы найти МПУ, необходимо из ЗПУ вычесть (алгебраически) магнитное склонение (прибавить с обратным знаком).

Пример 1. ЗПУ = 125° ; магнитное склонение $+ 5^\circ$. Найти МПУ.

Решение: $125^\circ - (+ 5^\circ) = 120^\circ$,

Пример 2. $ЗПУ = 280^\circ$; магнитное склонение -10° . Найти МПУ.

Решение: $280^\circ - (-10^\circ) = 290^\circ$.

Измерение расстояний на картах 10 и 25 в/д производится с помощью навигационной масштабной линейки. Эта линейка дает расстояния в километрах. На новых картах метрического масштаба (10 км — в 1 см и др.) расстояния можно измерять любой линейкой, имеющей деления в сантиметрах.

ЗАДАЧИ

Задача 12. Найти заданные путевые углы и расстояния для маршрута: Стародуб — Чернигов — Мозырь — Стародуб (карта 25 в/д, лист 4).

Ответ: 220° , 157 км; 294° , 154 км; 76° , 245 км.

Задача 13. Найти заданные путевые углы и расстояния для маршрута: Киев — Лубны — Звенигородка — Киев (карта 25 в/д, лист 4).

Ответ: 105° , 183 км; 236° , 180 км; 348° , 154 км.

Задача 14. Маршрут полета: Конотоп — Новозыбков. Магнитное склонение $+3^\circ$. Найти магнитный путевой угол.

Ответ: 324° .

Задача 15. Маршрут полета: Рогачев — Гомель — Конотоп — Кременчуг. Магнитное склонение на этапах: $+2^\circ$, $+3^\circ$, $+4^\circ$. Найти магнитные путевые углы.

Ответ: 136° , 128° , 173° .

Задача 16. Маршрут полета: Чернигов — Золотоноша — Житомир — Чернигов. Магнитное склонение на этапах: $+3^\circ$, $+2^\circ$, $+1^\circ$. Найти магнитные путевые углы.

Ответ: 162° , 284° , 53° .

§ 4. Перевод курсов

Курсом самолета называется угол между меридианом и продольной осью самолета.

Курс, отсчитанный от географического меридиана, называется *истинным*, от магнитного — *магнитным* и от компасного — *компасным*.

При выполнении аэронавигационных расчетов часто приходится переходить от одного значения курса к другому. Эти действия называются *переводом курсов*. Основные правила перевода курсов следующие:

1. Для перевода компасного курса в магнитный необходимо прибавить к нему девиацию (алгебраическое сложение).

2. Для перевода магнитного курса в компасный необходимо вычесть из него девиацию (алгебраическое вычитание).

На самолете для быстрого перехода от одного значения курса к другому имеются графики компасных и магнитных курсов (приложение 1).

В некоторых случаях магнитные курсы переводят в истинные или обратно, руководствуясь следующими правилами:

1. Для перевода магнитного курса в истинный к нему прибавляют магнитное склонение.

2. Для перевода истинного курса в магнитный из него вычитают магнитное склонение.

Пример 1. Компасный курс 200° , девиация $+2^\circ$. Найти магнитный курс.

Решение: $200^\circ + 2^\circ = 202^\circ$.

Пример 2. Магнитный курс 120° , девиация $+10^\circ$. Найти компасный курс.

Решение: $120^\circ - (+10^\circ) = 110^\circ$.

Пример 3. Магнитный курс 330° , склонение $+6^\circ$. Найти истинный курс.

Решение: $330^\circ + 6^\circ = 336^\circ$.

Для лучшего усвоения рекомендуется данные задачи решить графически.

ЗАДАЧИ

Задача 17. Компасный курс 65° , девиация $+2^\circ$. Найти магнитный курс.

Ответ: 67° .

Задача 18. Компасный курс 25° , девиация -3° . Найти магнитный курс.

Ответ: 22° .

Задача 19. Магнитный курс 170° , девиация -10° . Найти компасный курс.

Ответ: 180° .

Задача 20. Магнитный курс 340° , девиация $+5^\circ$. Найти компасный курс.

Ответ: 335° .

Задача 21. Пользуясь графиком девиации (приложение 1), найти девиацию для следующих компасных курсов: 30° , 120° , 185° , 230° , 298° , 340° для компасов штурмана и пилота.

Ответ: Девиация компаса штурмана: $+5^\circ$, -2° , -8° , -6° , $+4^\circ$, $+3^\circ$;

Девиация компаса пилота: -7° , -2° , $+7^\circ$, $+9^\circ$, 0° , -5° .

Задача 22. Компасный курс 219° . Найти магнитный курс. Девиацию учесть для компаса штурмана.

Ответ: 212° .

Задача 23. Компасный курс 160° . Найти магнитный курс. Девиацию учесть для компаса пилота.

Ответ: 163° .

Задача 24. Компасные курсы перевести в магнитные: 345° , 30° , 87° , 128° , 171° , 225° . Девиацию учесть для компаса штурмана.

Ответ: 347° , 35° , 91° , 125° , 164° , 218° .

Задача 25. Перевести магнитные курсы в компасные: 18° , 310° , 214° , 183° , 36° , 100° . Девиацию учесть для компаса пилота.

Ответ: 25° , 312° , 205° , 178° , 43° , 104° .

Задача 26. Магнитный курс 350° , склонение -8° , девиация $+4^\circ$. Найти компасный и истинный курсы (КК и ИК).

Ответ: КК = 346° ; ИК = 342° .

Задача 27. Истинный курс 87° , склонение $+10^\circ$, девиация -3° . Найти компасный и магнитный курсы.

Ответ: КК = 80° ; МК = 77° .

Задача 28. Магнитный курс 180° , девиация $+5^\circ$, склонение -10° . Найти истинный и компасный курсы.

Ответ: ИК = 170° ; КК = 175° .

Задача 29. Компасный курс 280° , девиация $+3^\circ$, склонение -4° . Найти магнитный и истинный курсы.

Ответ: МК = 283° , ИК = 279° .

Задача 30. Магнитный курс 10° , склонение $+8^\circ$, девиация -6° . Найти компасный и истинный курсы.

Ответ: ИК = 18° , КК = 16° .

Задача 31. Магнитный курс 182° , компасный 171° , истинный 176° . Найти девиацию и склонение.

Ответ: Девиация $+11^\circ$, склонение -6° .

Задача 32. Магнитный курс 270° , компасный 280° , истинный 265° . Найти девиацию и склонение.

Ответ: Девиация -10° , склонение -5° .

§ 5. Определение фактического путевого угла самолета

Зная компасный курс самолета и угол сноса, легко определить *фактический путевой угол*. Для этой цели необходимо компасный курс перевести в магнитный (учесть девиацию компаса) и прибавить к нему (алгебраически) угол сноса. Полученный результат явится искомым фактическим магнитным путевым углом самолета (ФМПУ).

Пример. Компасный курс 320° , девиация $+3^\circ$, угол сноса -15° . Найти фактический путевой угол самолета.

Решение: 1) Находим магнитный курс самолета:

$$320^\circ + 3^\circ = 323^\circ.$$

2) Прибавляем угол сноса: $323^\circ + (-15^\circ) = 308^\circ$.

Следовательно, фактический магнитный путевой угол равен 308° .

Из указанного правила вытекает обратное решение задачи. Если известен фактический путевой угол самолета, то, вычитая из него курс самолета, получим угол сноса.

Пример. Магнитный курс самолета 250° , фактический магнитный путевой угол 240° . Найти угол сноса.

Решение: $240^\circ - 250^\circ = -10^\circ$.

Задачи, помещенные в данном параграфе, желательно решить графически.

ЗАДАЧИ

Задача 33. Магнитный курс самолета 160° , угол сноса $+16^\circ$. Определить фактический магнитный путевой угол самолета.

Ответ: 176° .

Задача 34. Магнитный курс самолета 245° , угол сноса -9° . Определить фактический магнитный путевой угол самолета.

Ответ: 236° .

Задача 35. Фактический магнитный путевой угол самолета 200° , угол сноса -20° . Определить магнитный курс самолета.

Ответ: 220° .

Задача 36. Фактический магнитный путевой угол 120° , угол сноса $+15^\circ$. Определить магнитный курс самолета.

Ответ: 105° .

Задача 37. Магнитный курс самолета 68° , фактический магнитный путевой угол 75° . Определить угол сноса.

Ответ: $+7^\circ$.

Задача 38. Магнитный курс самолета 340° , фактический магнитный путевой угол 332° . Определить угол сноса.

Ответ: -8° .

Задача 39. Компасный курс 308° , фактический магнитный путевой угол 295° , угол сноса -11° . Определить девиацию компаса.

Ответ: -2° .

§ 6. Перевод аэрологического направления ветра в аэронавигационное

Аэрометеорологические станции в своих бюллетенях указывают направление „откуда дует ветер“ и от истинного меридиана. Однако, для аэронавигационных расчетов необходимо знать направление „куда дует ветер“ и от *магнитного* меридиана. Для того чтобы перейти от аэрологического направления ветра к аэронавигационному, необходимо прибавить к нему 180° и вычесть (алгебраически) магнитное склонение.

Пример. Аэрологическое направление ветра 160° , магнитное склонение $+10^\circ$. Найти аэронавигационное направление ветра.

Решение: $160^\circ + 180^\circ - (+10^\circ) = 330^\circ$.

Скорость ветра выражается в *м/сек* и в *км/час*. Для аэронавигационных расчетов необходимо знать скорость ветра в *км/час*. Перевод скоростей, выраженных в *м/сек*, в скорости в *км/час* производится при помощи навигационной счетной линейки или путем умножения скоростей в *м/сек* на 3,6.

ЗАДАЧИ

Задача 40. Аэрологический ветер: направление 250° , скорость 8 *м/сек*, перевести в аэронавигационный. Магнитное склонение $+10^\circ$.

Ответ: 60° , 29 *км/час*.

Задача 41. Аэрологический ветер: направление 340° , скорость 14 *м/сек*, перевести в аэронавигационный. Магнитное склонение -9° .

Ответ: 169° , 50 *км/час*.

Задача 42. Аэрологический ветер: направление 18° , скорость 22 *м/сек*, перевести в аэронавигационный. Магнитное склонение $+6^\circ$.

Ответ: 192° , 80 *км/час*.

§ 7. Определение курсовых углов и пеленгов

Курсовым углом (бортовым пеленгом) называется угол, составленный осью самолета и направлением на визируемый ориентир. Курсовые углы отсчитываются в градусах, причем отсчет ведется от носа самолета (0°) по часовой стрелке.

Пеленгом называется угол, составленный меридианом наблюдателя и линией, направленной на какой-либо объект (ориентир). Подобно курсам самолета пеленги могут быть истинными, магнитными и компасными, в зависимости от того, от какого меридиана они отсчитываются.

Кроме того, различают *прямые* и *обратные* пеленги. Прямым пеленгом называется угол, определяющий направление на визируемый ориентир.

Обратным пеленгом называется угол, определяющий направление от ориентира на самолет. Таким образом, обратный пеленг отличается от прямого на 180° . Переход от курсового угла к истинному пеленгу производится по формуле:

Истинный пеленг = *истинному курсу* + *курсовой угол*.

Пример. На истинном курсе 73° измеренный курсовой угол ориентира оказался равным 345° . Найти истинный пеленг ориентира.

Решение: Истинный пеленг = $73^\circ + 345^\circ = 418^\circ - 360^\circ = 58^\circ$.

Для лучшего усвоения данные задачи следует решить графически.

ЗАДАЧИ

Задача 43. Магнитный курс самолета 120° , курсовой угол ориентира 50° . Найти магнитный пеленг.

Ответ: 170° .

Задача 44. Магнитный курс самолета 218° , магнитное склонение $+10^\circ$, курсовой угол ориентира 185° . Найти истинный пеленг.

Ответ: 53° .

Задача 45. Компасный курс самолета 302° , девиация компаса $+3^\circ$, магнитное склонение $+6^\circ$, курсовой угол ориентира 260° . Найти истинный обратный пеленг.

Ответ: 31° .

Задача 46. Компасный курс самолета 67° , девиация компаса -5° , магнитное склонение $+9^\circ$, курсовой угол ориентира 350° . Найти истинный обратный пеленг.

Ответ: 241° .

Задача 47. Магнитный курс 310° , магнитный пеленг 70° . Определить курсовой угол.

Ответ: 120° .

Задача 48. Магнитный пеленг ориентира 220° , его же курсовой угол 330° . Найти магнитный курс самолета.

Ответ: 250° .

Задача 49. Истинный обратный пеленг ориентира 125° , его же курсовой угол 40° . Найти истинный курс самолета.

Ответ: 265° .

Задача 50. Истинный обратный пеленг ориентира 190° , компасный курс самолета 300° , девиация компаса -6° , магнитное склонение $+12^\circ$. Найти курсовой угол ориентира.

Ответ: 64° .

Задача 51. Истинный пеленг ориентира 85° , курсовой угол того же ориентира 120° , магнитный курс 320° . Определить магнитное склонение.

Ответ: $+5^\circ$.

Задача 52. Истинный обратный пеленг ориентира 330° ; его же курсовой угол 100° , магнитное склонение $+10^\circ$. Найти магнитный курс самолета.

Ответ: 40° .

Задача 53. Компасный курс 280° , курсовой угол ориентира 30° , истинный обратный пеленг 146° , магнитное склонение $+6^\circ$. Определить девиацию.

Ответ: $+10^\circ$.

Задача 54. Истинный обратный пеленг ориентира 350° , его же курсовой угол 40° , магнитное склонение $+10^\circ$. Найти магнитный курс самолета.

Ответ: 120° .

Задача 55. Истинный обратный пеленг ориентира 150° , его же курсовой угол 150° , девиация $+8^\circ$, склонение -6° . Найти компасный курс.

Ответ: 178° .

§ 8. Определение моментов наступления темноты и рассвета

Определение моментов наступления темноты и рассвета производится с помощью астрономического календаря или специального графика. В астрономическом календаре даны моменты начала темноты и рассвета *по среднему местному времени* для широт от 30° до 70° . Эти моменты даны для каждого целого градуса широты через каждые 5 дней.

Так как обычно требуется знать *поясное время* этих моментов в данном месте, то необходимо к найденному местному времени прибавить номер пояса в часах и вычесть долготу места от Гринвича, выраженную во времени.

На графике для определения моментов начала темноты и рассвета имеется ряд кривых. Каждая кривая соответствует определенной широте места. На верхней и нижней рамках графика имеется шкала месяцев и дней. На боковых краях графика указано время наступления темноты или рассвета.

Для определения момента темноты (или рассвета) отыскивают в верхней части графика месяц и день, для которого следует

произвести расчет, и по вертикальной линии от него идут вниз до пересечения с одной из кривых, соответствующих широте данного места.

От пересечения идут по горизонтальной прямой до шкалы времени, где и читают время наступления темноты (или рассвета).

Найденное по графику время — среднее местное. Чтобы перевести его в поясное, необходимо прибавить к нему номер пояса и вычесть долготу места во времени.

Пример. Определить время наступления темноты 20 июля для места, координаты которого: долгота от Гринвича 35° (т. е. 2 ч. 20 м.), широта 53° . Часы штурмана идут по времени 3-го пояса (2-й пояс + декретный час).

Решение: 1. Находим по календарю момент наступления темноты на широте $53^\circ = 21$ ч. 10 м.

2. Переводим найденное среднее местное время в поясное:
 21 ч. 10 м. + 3 часа — 2 ч. 20 м. = 21 ч. 50 м.

ЗАДАЧИ

Задача 56. Решить примеры на определение моментов наступления рассвета и темноты.

№	1	2	3	4	5
Дата	15 апреля	24 июня	2 сентября	13 декабря	18 мая
Широта места	45°	50°	56°	60°	45°
Долгота от Пулкова	$8^\circ 10'$ зап.	$30^\circ 30'$ вост.	$12^\circ 40'$ зап.	88° вост.	$65^\circ 40'$ вост.
Оперативное время	3-го пояса	5-го пояса	3-го пояса	9-го пояса	6-го пояса
О т в е т:					
Рассвет	6 ч. 10 м.	3 ч. 53 м.	6 ч. 9 м.	8 ч. 54 м.	3 ч. 23 м.
Темнота	20 ч. 52 м.	22 ч.	21 ч. 30 м.	17 ч. 09 м.	19 ч. 42 м.

Задача 57. Решить примеры на определение моментов наступления рассвета и темноты.

№	1	2	3	4	5
Дата	5 августа	20 января	11 апреля	18 июля	30 октября
Широта	52°	$41^\circ 30'$	69°	$55^\circ 20'$	$46^\circ 40'$
Долгота от Гринвича	$128^\circ 40'$	$67^\circ 30'$	$105^\circ 50'$	$37^\circ 20'$	$42^\circ 5'$
Оперативное время	10-го пояса	6-го пояса	7-го пояса	3-го пояса	5-го пояса
О т в е т:					
Рассвет	5 ч. 2 м.	8 ч. 16 м.	2 ч. 53 м.	3 ч. 10 м.	8 ч. 11 м.
Темнота	21 ч. 59 м.	19 ч. 06 м.	21 ч. 06 м.	22 ч. 14 м.	19 ч. 40 м.