

УДК 656.61

DOI: 10.37890/jwt.vi78.443

## **Влияния течения на курс и скорость парусного судна**

**В.Н. Яковлев**

*ORCID: 0000-0001-7624-7569*

*Сибирский государственный университет водного транспорта, г. Новосибирск, Россия*

**Аннотация:** Особенностью движения парусного судна является зависимость его скорости не только от силы ветра, но и от курса судна по отношению к ветру. Эта зависимость графически отражается в его поляре. Специальной особенностью движения парусного судна на течении является влияние самого этого течения на ветер, действующий на паруса. Рассмотрена специфика выбора курса парусного судна на течении с учетом этого влияния. Уточняется принятая и предлагается новая терминология в названиях ветров, участвующих в создании действующего на паруса вымпельного ветра. Показан правильный вид треугольника скоростей для определения истинного ветра при наличии ветрового дрейфа судна. Предложена методика определения курса и скорости парусного судна на течении с использованием его поляры.

**Ключевые слова:** Ветер переносный, относительный, географический, истинный, вымпельный. Угол дрейфа. Поляра парусного судна, курс парусного судна.

## **The effect of current on the course and speed of a sailing ship**

**Vladimir N. Yakovlev**

*ORCID: 0000-0001-7624-7569*

*Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russia*

**Abstract:** One of the characteristic features of the movement of a sailing ship is the fact that its speed depends not only on the strength of the wind, but also on the course of the ship in relation to the wind. This dependence is graphically reflected in its polar. A special feature of the movement of a sailing ship in a current is the influence of this current itself on the wind acting on the sails. The specifics of choosing the course of a sailing ship depending on a current are considered. The accepted terminology is clarified and new terminology is proposed in the names of the winds involved in the creation of the apparent wind acting on the sails. The correct view of the speed triangle is shown to determine the true wind in the presence of wind drift of the vessel. A technique is proposed for determining the course and speed of a sailing ship in a current using its polar.

**Keywords:** convective wind, relative wind, geographical wind, true wind, apparent wind, angle of leeway, sailing ship polar, course of a sailing ship.

### **Введение**

Задачи использования вспомогательного парусного вооружения на больших коммерческих судах для экономии топлива и, тем самым, снижения загрязнения атмосферы стали в последнее время вновь актуальными, что видно из множественных проектов, которые планируются к реализации, или уже вошли в реальную практику судоходства [1-8]. В качестве примера на рис.1 приведен сухогруз с прусами, описание которого дано в источнике [6].



Рис.1. Cargill проводит испытания сухогруза с парусами

Вместе с тем, представляется, что остается ряд вопросов, касающихся специфики плавания именно под парусом, и особенно плавания под парусом на течении, которые недостаточно точно описаны в имеющейся литературе.

Необходимо точнее определить влияние скорости и направления сносящего течения на тот ветер, которым располагает судно для движения под парусом, влияние направления результирующего ветра на курсы, которыми может (или не может) двигаться парусное судно. Определения его скорости, которая зависит от того, каким курсом относительно ветра оно идет, каков при этом угол дрейфа и т.д.

Кроме того, нуждаются в уточнении и дополнении термины в названиях ветров, определяющих возможность движения под парусом, варианты которых предлагаются в этой статье.

### **Материалы и методы**

Решение поставленной задачи базируется на анализе существующих методик определения курса и ведения прокладки на карте, а также подробном анализе всех компонентов водной и воздушной среды, а также характера движения судна на формирование вымпельного ветра (Apparent Wind) непосредственно действующего на паруса судна. Иностранные термины используются для краткости и большей общности изложения, т.к. в специальной литературе они зачастую используются без расшифровки).

Итак, известный способ учета течения и выбор курса, которым должно идти судно CTS = Course to Steer - прост и по «классическому» справочнику Б.Бонда заключается в следующем: «Штурман начинает прокладку курса с проведения на карте линии пути между пунктами выхода А и назначения В. По таблицам приливов найдите направление и скорость приливного течения для соответствующего времени: в данном случае направление течения  $120^\circ$ , а его скорость 1 уз. Из точки А проведите линию под углом  $120^\circ$  и отложите на ней в масштабе скорость 1 уз. Получите точку С, куда прилив отнес бы яхту, если бы она дрейфовала в течение 1 ч.

Пусть собственная скорость яхты 4 уз.

Используя тот же масштаб (величину мили снимают измерителем с боковой шкалы карты на данной широте), разведите циркуль на 4 М и, поставив ножку циркуля в точку С, прочертите дугу так, чтобы пересечь линию АВ или ее продолжение в точке D.

Соединив точки С и D, измерьте направление CD (угол между линией CD и меридианом) транспортиром или параллельной линейкой. Это и будет истинный курс, которым должна пойти яхта.» [9].

На рис.2. представлен «Классический способ» Б.Бонда.

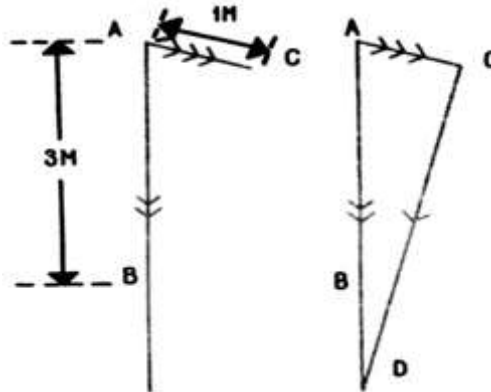


Рис.2. «Классический способ» Б.Бонда

Этот подход предлагается во всех учебниках, и, в том числе, например, в справочнике известного яхтсмена Ивара Дедекама [10]. На рис.3 представлен «Классический способ» И.Дедекама. Такой подход предполагает, что скорость судна известна.

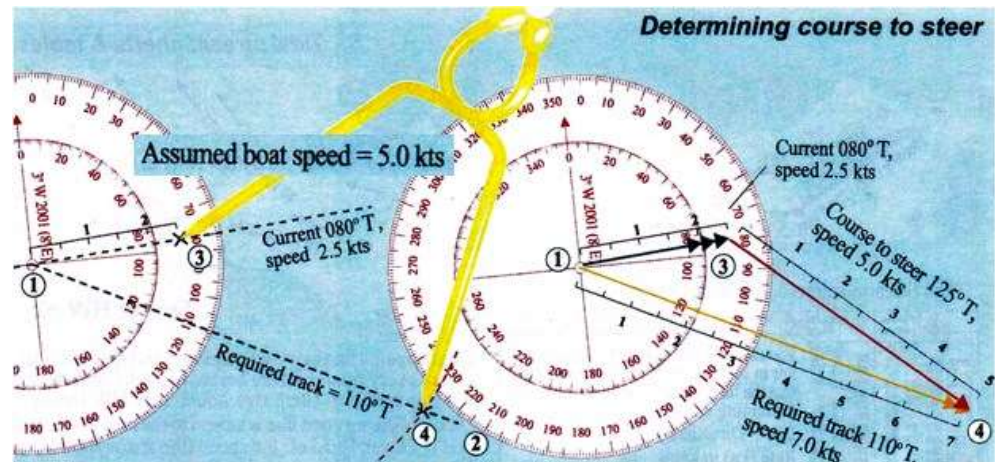


Рис.3. «Классический способ» И.Дедекама

Он работает для моторных судов, которые могут двигаться в любом направлении относительно ветра с (более- менее) постоянной и известной скоростью.

Однако, как указывалось, скорость же парусника завит от угла его курса к ветру, и пока курс не определен не определена и скорость судна.

Таким образом получается, что этим методом нельзя точно определить курс, так как неизвестна скорость судна, которая для парусника от курса же и зависит. И нельзя точно определить скорость, т.к. курс еще не выбран.

Очевидно, что нужна более точная методика, позволяющая одновременно определять и курс, и скорость, с которой судно может этим курсом идти.

Для решения этой задачи необходимо использовать полярю парусного судна, и как это делать будет показано далее.

Но, предварительно, требуется уточнение терминологии в названиях ветров, действующих на судно.

Поляр парусника строится как известно, относительно истинного ветра.

При этом вопрос что такое «истинный ветер» при наличии течения сам по себе заслуживает внимания, поскольку точность использования этого термина для плавания на течении в классических яхтенных учебниках и справочниках увы не обсуждается.

В разных публикациях под истинным ветром понимается:

- или ветер над сушей (он же географический ветер, terrain wind),
- или ветер над водой, представляющий собой векторную сумму географического ветра и ветра, возникающего на судне за счет его переноса течением, если такое течение есть.

Для наблюдателя, стоящего на поверхности Земли «географический ветер» и «истинный ветер» будут одним и тем же ветром. Географический ветер является в полном смысле истинным для летчиков, парапланеристов, парашютистов и т.п. В этом же смысле оба термина также используются как синонимы в рекламах производителей оборудования для измерения скорости ветра, и многих яхтенных справочниках и учебниках.

Второй вариант определения истинного ветра представляется более удобным. При этом, для строгости определений, полноты и точности описания скоростей как величин векторных нужно ввести пару новых кратких терминов.

Первый – для ветра, возникающего на судне за счет его переноса течением. На течении такой ветер ощущается даже если скорость географического ветра равна нулю (полный штиль) и судно неподвижно относительно воды.

Отсутствие устоявшегося термина для такого ветра и не учёт его при определении ветра, действующего на паруса, подтверждает высказанное выше соображение о том, что этой особенности до сих пор не уделялось должного внимания.

Если использовать терминологию кинематики (движение относительное-переносное-абсолютное), то снос течением судна относительно грунта можно назвать движением переносным и использовать термин переносный для такого ветра.

Итак, переносный ветер (Bulk Wind) – это ветер, ощущаемый на судне, и возникающий из-за сноса этого судна течением, и независимый от наличия или отсутствия географического ветра над сушей и скорости и направления движения судна по воде. Скорость переносного ветра (Bulk Wind Speed = BWS) по модулю равна скорости сноса течения (Current Drift = DFT) и направлена противоположно его направлению (Current Set = SET).

Тогда, как указано выше, в итоге истинным ветром для судна на течении будет ветер, являющийся векторной суммой географического и переносного ветров.

Направление так определенного истинного ветра относительно истинного географического севера обозначается как True Wind Direction = TWD (не путать с True Wind Angle = TWA – углом относительно ДП судна).

В терминологии кинематики движение яхты относительно дна есть движение абсолютное, движение воды относительно дна есть движение переносное, а движение яхты относительно воды – движение относительное.

В этом смысле истинный ветер как векторная сумма географического и переносного ветров имеет для парусника смысл ветра «абсолютного».

Второй необходимый термин - термин для ветра возникающего из-за движения судна по воде. Этот ветер равен по силе (по модулю) скорости движения судна и

противоположный ей по направлению. Этот ветер участвует (как слагаемое в сумме с истинным ветром) в определении понятия вымпельного ветра (Apparent Wind)

Для обозначения этого ветра общепринятого термина также не существует (что, конечно, довольно странно). Иногда его называют кажущимся. Однако термин «кажущийся» по смыслу больше подходит как описание ветра вымпельного (а в английской терминологии именно, так и называется). А поскольку термин «вымпельный ветер» является «классическим», то использование термина «кажущийся» для этой цели только запутывает ситуацию.

Можно привести так же часть описания треугольника скоростей в фундаментальном труде Дж.У. Слоофф: First of all we note that any vehicle moving with a velocity  $V_b$  in still air creates its own wind: it experiences an air stream with a velocity –  $V_b$  of equal magnitude but direction opposite to  $V_b$ ». (Прежде всего отметим, что любое судно, движущееся со скоростью  $V_b$  в неподвижном воздухе создает свой собственный ветер, который ощущается как поток воздуха со скоростью –  $V_b$  равной по величине, но противоположно направленный  $V_b$ ) [11].

Такой описательный, без определения точного термина подход представляется странным и неудобным для описания этого (как и любого) ветра.

В книге «Морская навигация» Сидорова В.И. и Романова В.В. для такого ветра используется термин «курсовой ветер» [12]. По названию (курсовой), и по приведенному в [6] построению направление этого ветра указано на линии курса судна. Понятно, однако, что правильное направление этого ветра совпадает не с курсом яхты, а с направлением его движения по воде (Course Through the Water = CTW), которой отличается от курса судна (Heading) на угол лавировки (LEEWAY). Важное отличие для парусника.

Вместе с тем из кинематики для этого «безымянного» ветра ( $V_b$ ) можно взять ясный и однозначный термин.

Такой ветер правильно назвать относительным ветром (Relative Wind), поскольку возникает он из-за движения судна относительно воды. Итак, в нашем определении относительный ветер – это ветер, возникающий из-за движения судна относительно воды, и не зависящий от наличия или отсутствия других ветров.

В таком случае вымпельный ветер четко определяется как векторная сумма векторов скоростей относительного и истинного ветра (который, напомним, в свою очередь, сам есть векторная сумма географического и переносного ветров).

Кстати, в известной книге Адларда Колса говорится, что: «Яхтсмены на сильных приливо-отливных течениях обычно неправильно оценивают силу вымпельного ветра» [13].

Вероятно, это опечатка (или не точный перевод), так как вымпельный ветер – это именно то, что в итоге реально ощущается, определяется, оценивается судоводителем на палубе (и действует, понятно, на приборы и паруса именно он ветер вымпельный). А вот оценка истинного ветра (True Wind Speed = TWS) вполне может быть ошибочной. Например, возможна недооценка силы истинного ветра, когда парусник идет полным курсом по течению. И эта недооценка может привести к сложностям, если затем потребуются поменять курс на противоположный и идти назад в лавировку против ветра и течения - обычная ошибка малоопытных яхтсменов.

Реально в плавании скорость истинного ветра (TWS = True Wind Speed) на судне не может быть измерена непосредственно, но вычисляется по показаниям приборов.

Измеряемыми величинами на судне являются скорость и направление вымпельного ветра (Apparent Wind Speed = AWS и Apparent Wind Angle = AWA), и скорость судна относительно воды (Boat True Velocity = BTV или Speed Through the Water = STW).

Скорость и направление вымпельного ветра измеряется анемометром и флюгаркой на топе мачты.

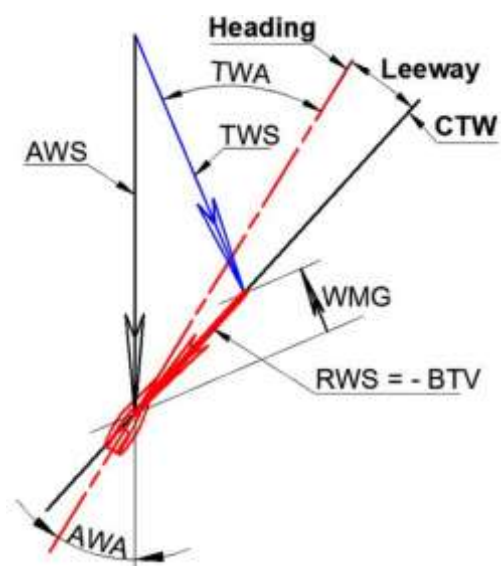
Пока считаем, что здесь проблем точности измерений нет – влияние крена, «слива» ветра с парусов и т.д. не рассматриваем, чтобы не утонуть в деталях.

Скорость относительного ветра по модулю равна скорости судна относительно воды и определяется лагом судна. Мы не будем рассматривать углы дрейфа больше, скажем 7-8 градусов, чтобы не углубляться в вопросы о том, как разные лаги измеряют скорость судна относительно воды, т.е. тем самым как измеряется на ходу скорость относительного ветра. Хотя эта разница может быть принципиальной.

Пока будем считать, что измеряемая лагом скорость – это скорость движения центра масс судна относительно воды. Для буксируемых лагов это очевидно. Вертушечные лаги на яхтах также не меняют показания при изменении направления потока в пределах плюс-минус те же 8-10 градусов.

На первый взгляд кажется, что, зная модули векторов вымпельного и относительного ветров, и угол отклонения флюгарки можно составить треугольник скоростей и рассчитать скорость и угол истинного ветра (TWS и TWA).

На рис.4. поясняет особенность измерений TWS. Дело в том, что флюгарка показывает (и измеряет) угол между ДП судна (Heading) и направлением вымпельного ветра (AWA). А вектор относительной скорости (RWS) лежит по линии движения судна относительно воды (CTW). И эти два направления не совпадают! Угол между Heading и CTW есть угол дрейфа судна (Leeway).



- TWS** – скорость истинного ветра
- TWA** – угол истинного ветра (относительно ДП)
- AWS** – скорость вымпельного ветра
- AWA** – угол вымпельного ветра (относительно ДП)
- BTV** – (Boat True Velocity) то же, что и **STW** (Speed Through the Water),
- RWS** – Relative Wind Speed (= -BTV) – предлагаемый термин,
- CTW** = Course Through the Water – actual track through the water
- Leeway** = difference between the **Heading** of the boat and its actual **CTW**
- H** = **Heading** (relative to true north = ИК)
- VMG** = Velocity Made Good

Рис. 4. Влияние дрейфа на измерение TWS

Из рис.4. видно, что для правильного вычисления скорости TWS и угла TWA истинного ветра знать величину угла дрейфа Leeway. А именно по значениям TWS и TWA определяется на поляре скорость движения судна.

Интересно, что есть достаточно много рекомендаций по методам измерений углов дрейфа (буксировкой плавучести или с использованием GPS, например, статья G. Headifen [14]), однако ни одного результата систематических измерений углов дрейфа нет ни в одном справочнике, учебнике или публикации. Между тем, при лавировке в

сильный ветер некоторая потеря скорости потравливанием парусов окупается ростом VMG счет уменьшения угла крена, а, следовательно, и дрейфа.

Еще одну особенность плавания под парусом, а вместе с ней и некоторое разъяснение терминологии иллюстрирует рис.5.



Рис. 5. Уточнение значения некоторых терминов

Направление на контрольную точку маршрута (Course Made Good = CMG) определяется заранее по предварительной прокладке на карте. Со всей аккуратностью, учитывая влияние течения (в том числе на истинный ветер), склонения, девиации, дрейфа определяется курс (Course Through the Water = CTS) который нужно держать, чтобы попасть в нужную путевую точку. CMG и CTS константы для данного отрезка. Скорость продвижения по маршруту (Speed Made Good = SMG) определяется по наблюдениям.

Но, в реальных условиях из-за возможного (реально постоянного) изменения истинного ветра по силе и направлению изменялся бы (при неизменном курсе) и вымпельный ветер. А, значит, требовалась бы постоянное изменение настройки парусов. Вероятно, это не составляет проблему для больших судов, где управление парусами автоматизировано. Однако для малых судов бывает проще немного изменить курс судна (Heading) так, чтобы перенастройки парусов не требовалось. В этом случае направление, куда смотрит нос судна (Heading) постоянно меняется. А вместе с этим изменяются и Speed Over Ground = SOG, и Course Over Ground = COG.

Перейдем теперь к решению обозначенной в начале статьи проблемы парусного судна на течении, когда для нахождения курса надо знать скорость, а сама эта скорость, в свою очередь, зависит от курса.

Для разрешения проблемы нужно использовать поляру парусного судна.

Поляра парусного судна показывает с какой максимальной скоростью может это судно идти под парусами в зависимости от силы и направления истинного ветра. Именно истинного, так как сила и направления вымпельного ветра зависит от того, как управляется судно и как настроены его паруса. Направление истинного ветра определяется в этом случае относительно ДП судна и называется TWA (True Wind Angle). Если скорость судна оказывается меньше указанного в его поляре для данной силы и направления истинного ветра, то необходимо изменить настройку парусов или изменить курс.

Поляра строится на сетке, часть которой для полных курсов приведена на рис.6.

Центром поляры будем называть верхнюю левую точку, куда сходятся линии направлений истинного ветра относительно ДП судна. Эти направления указаны числами от 90 до 180 градусов по правому и нижнему краям сетки.

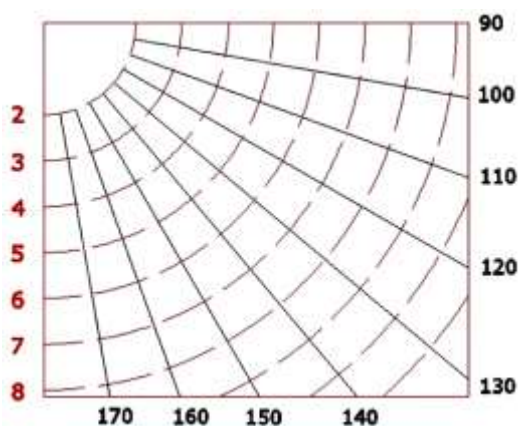


Рис. 6. Сетка для поляры судна

Числа от 2 до 8 на левой стороне (шкале) сетки определяют скорость судна в узлах. Пунктиром показаны окружности равных скоростей. Масштаб шкалы может быть в любых условных единицах, но именно в этом масштабе (в тех же условных единицах длины) нужно строить вектор истинного ветра по векторам географической скорости и скорости течения.

Будем рассматривать в этой работе плавание только полными курсами, чтобы не загромождать построения и рассуждения вопросами предельных углов лавировки, заметным ветровым дрейфом и т.п.

Хотя предлагаемая методика является универсальной и годится для всех возможных курсов. Важен принцип.

Скорость судна определяется по пунктирным линиям, являющимися частями окружностей с радиусами, соответствующими скорости судна относительно воды в узлах. Значения этих скоростей (2-8 узлов) указаны на левой стороне сетки.

Корректное построение поляры процедура не простая. Вероятно, единственным способом сделать это правильно является проведение измерений одновременно на движущемся судне и судне, стоящем в районе маневров на якоре. Естественно, при этом ветер должен быть достаточно ровным и отсутствовало бы течение. Все приборы тарированы и т.д.

Характерный вид ветвей поляры приведен на рис.7.

Цифры показывают скорость истинного ветра в узлах для каждой ветви. Маркерами на кривых отмечены наиболее выгодные направления при лавировке на попутном курсе.

Положение этих маркеров определяется по точке касания горизонтальной касательной к каждой ветви и курсу, соответствующие направлению на такой маркер при данной скорости истинного ветра, обеспечивают максимальную скорость потери высоты по ветру.



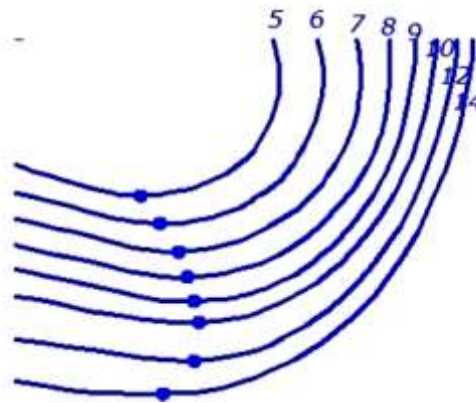


Рис. 7. Ветви поляры для различных скоростей ветра

Сетка и кривые вместе формируют поляру (вернее в данном случае ее часть), показанную на рис.8, которая (и только она) будет использоваться в дальнейших построениях.

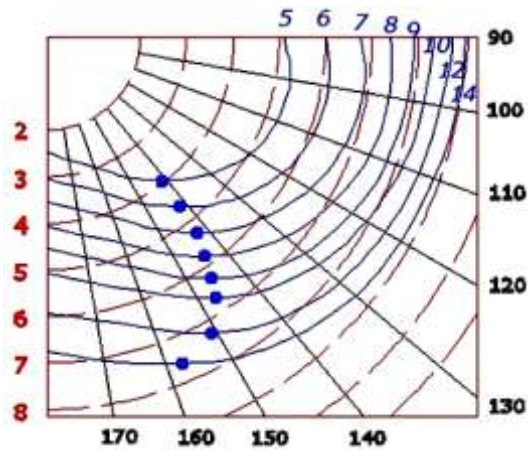


Рис. 8. Поляра для плавания полными курсами

Для наглядности и без ограничения общности дальнейших рассуждений и выводов будем рассматривать одно значение величины и направления географического ветра.

А именно далее везде направление географического ветра - чистый Север и скорость 7 узлов.

Рассмотрим, однако, вначале ситуацию при отсутствии течения, приведенную на рис.9.

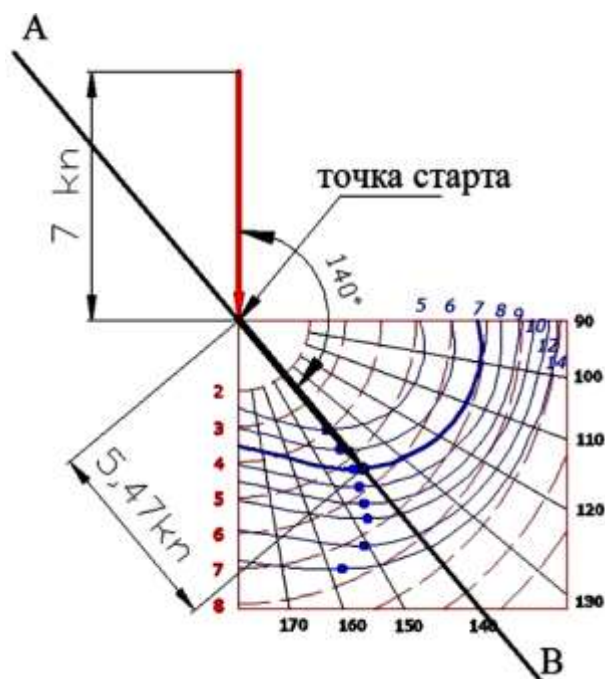


Рис. 9. Определение по поляре скорости движения судна по линии пути при отсутствии течения

Будем здесь и везде далее предполагать, что необходимая для перехода линия пути (AB) соответствует курсу 140 градусов.

Для того, чтобы определить с какой скоростью мы будем продвигаться по дистанции в этом случае нужно поместить начало поляры поместить в точку старта и выделить на ней ветвь, соответствующую скорости истинного ветра 7 узлов. По положению точки пересечения этой ветви и линий пути можно определить (по сетке пунктирных линий) скорость продвижения по заданному пути.

Учет течения приводит к изменению модуля скорости истинного ветра и его направления по сравнению со скоростью и направлением географического ветра.

На рис.10 показывается определение силы и направления истинного ветра при течении (DFT) 2 узла.

Географический (северный) ветер скоростью 7 узлов показан пунктирной линией.

Течение западное скоростью 2 узла создает переносный ветер той же скорости, направленный в сторону, противоположную направлению течения.

Истинный ветер для судна на воде складывается из географического и переносного.

Таким образом, истинным для судна будет ветер, скоростью 7,28 узла, отличающийся направлением от географического на 15,9 градуса.



Рис. 10. Определение силы и направления истинного ветра при течении (DFT) 2 узла

На следующем рисунке рис.11 показывается правильное применение поляры судна при течении скоростью 2 узла в западном (а) и восточном (б) направлениях. Модуль и направление вектора истинной скорости ветра определены так же, как показано на рис.10 (напомним, что здесь и везде географического ветер северный со скоростью 7 узлов).

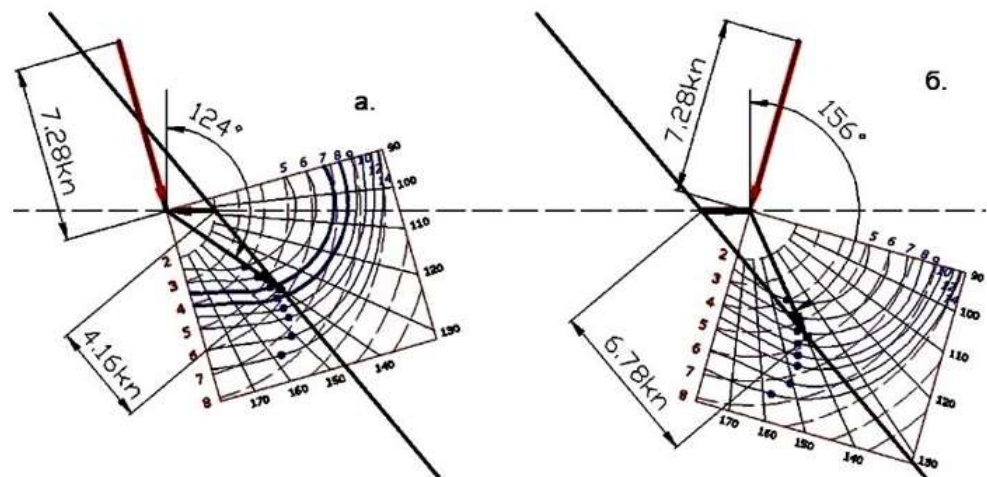


Рис.11. Влияние сносящих западного (а) и восточного (б) течений в 2 узла на курс и скорость движения судна по линии пути

Модуль истинной скорости ветра составил 7,28 узлов, а направление - как на рисунках.

Положение и направление линии пути такое же, как на рис.10 (140 град.) и, как указывалось, одинаково для всех рассматриваемых в этой работе случаев. Вспомогательная горизонтальная пунктирная линия проведена для простоты определения на рисунке точек старта (начала прокладки), по пересечению этой прямой с линиями пути.

Построения для определения курса судна для движения по линии пути начинаются «классически». Из точки старта строим вектор течения. В конец вектора течения помещаем начало поляры так, чтобы ее ориентация соответствовала направлению истинного (суммарного географического и переносного) ветра. Для этого удобно совместить конец вектора истинного ветра (как на рисунке 11). Саму

полярю удобно нарисовать на кальке, или другом прозрачном материале, чтобы ее можно было наложить на карту. Кроме того, при изменении галса плавания кальку с полярю нужно просто повернуть другой стороной.

Далее, нужно выбрать ветви поляры, соответствующие скоростям, между которыми лежит значение истинного ветра. Для случая 2-х узлового течения, перпендикулярного направлению географического ветра значение скорости истинного ветра составляет 7,28 узла. Следовательно, вектор, определяющий курс судна должен пойти в точку, расположенную между ветвями 7 и 8 узлов, расстояние между которыми нужно для аппроксимации разделить в соответствующей пропорции, как показано на рисунках 11а и 11б. Из построения получается, что курсы судна (CTS = Course to Steer) в зависимости от направления такого 2-3 узлового течения составляют 124 и 156 градусов, соответственно. При этом скорость продвижения по заданному направлению составит 4,16 и 6,78 узлов, соответственно.

На рисунке 12 приведены построения для попутного географическому ветру течения в 2 и 3 узла. Попутное течение не изменяет направления истинного ветра, но изменяет его скорость, что нужно учитывать при выборе ветви поляры, по которой определяется курс судна. Векторы течения и истинного ветра накладываются друг на друга, поэтому на рисунке дополнительно указаны значения скорости течения в 2 узла на Рис.12а и 3 узла на Рис.12б от точки старта.

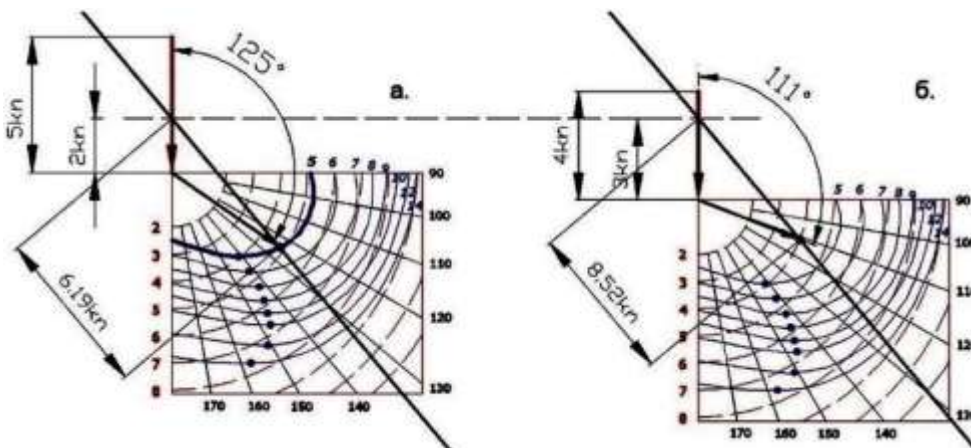


Рис. 12. Влияние попутных течений со скоростями 2 и 3 узла на курс и скорость движения судна по линии пути

В первом случае искомая точка на линии пути определяется просто по пересечению ветви поляры, соответствующей 5-ти узлового истинному ветру (Рис 12а). А для 3-х узлового течения из-за отсутствия ветви 4- узлового ветра эта точка взята оценочно, исходя из общей картины всех ветвей.

Видно, что несмотря на то, что попутное течение «вытряхивает» ветер из парусов и тем самым уменьшает ход судна относительно воды, тем не менее скорость продвижения по линии пути возрастает именно за счет этого попутного течения.

### Результаты

Предлагаемая в работе методика учета течения на курс и скорость парусного судна является универсальной и работает для любых доступных для плавания под парусами направлений линий пути.

Практически методика реализуется последовательным выполнением следующих действий.

1. В начале определяется построением на карте скорость и направление истинного ветра как векторной суммы географического и переносного ветров (переносный ветер равен по величине и направлен противоположно течению). Масштаб условных единиц длины определяется по масштабу шкалы скоростей поляры.
2. Из точки старта на линии пути строится вектор течения, как обычно - в направлении течения и в условных единицах пропорциональных его скорости.
3. Поляра судна, построенная на прозрачной кальке, располагается так, чтобы ее центр (верхняя левая точка, откуда расходятся линии углов истинного ветра относительно ДП судна) совпал с концом вектора течения.
4. Поляру затем поворачивая вокруг ее центра сориентировать так, чтобы направление истинного ветра (исправленного на наличие течения) соответствовал бы направлению 0-180 градусов сетки поляры - для ориентации поляры удобно скопировать вектор скорости истинного ветра и перенести конец этого вектора в конец вектора течения (не меняя, естественно его направления).
5. Зная скорость истинного ветра (исправленного на влияние течения) выбрать нужную ветвь поляры, соответствующую этой скорости, или две ветви, если полученное значение скорости истинного ветра лежит между ними.
6. Точка пересечения этой ветви поляры с линией пути (или на расстоянии между двумя ветвями поляры) и дадут искомую точку на линии пути, по которой определяют курс судна, который нужно держать для движения по линии пути (Course to Steer = CTS) и скорость продвижения судна по заданному пути.

Если полученный таким методом курс попадает в недоступный для парусного судна сектор углов (против ветра под парусом идти невозможно), то нужно планировать раскладку галсов, когда во внимание принимаются разные соображения, но непременно применяя и в этом случае методику учета влияния течения на ветер, который судно имеет для своего движения.

При лавировке нужно, конечно, учитывать еще и ветровой дрейф, значения которого индивидуально для разных судов, но, как правило, известные капитану.

### **Обсуждение**

Возможно, для крупных судов, где парус применяется как чисто вспомогательное оборудование и скорость которых определяется в первую очередь работой главного двигателя, эта методика окажется излишней. Однако, для судов, которые ходят преимущественно под парусами, не говоря уже о парусных яхтах, эта методика может оказаться полезной если не непосредственно в переходе, то при его планировании во всяком случае. И, соответственно, использоваться при обучении яхтсменов и курсантов управлению парусными судами.

Кроме того, она безусловно полезна с точки зрения академической точности и строгости.

С этой же точки зрения полезно использование новых в парусном деле терминов переносный и относительный ветер, введенных в данной работе. Трудно предположить, что названия эти (именно эти) приживутся на флоте, однако они представляются необходимыми для краткого и корректного описания влияния течения на вымпельный ветер.

### **Заключение**

Представляется, что материалы, изложенные в настоящей работе, должны быть включены в том или ином объеме в соответствующие учебники, справочники и

пособия для судоводителей судов с парусным вооружением, как более точно решающие задачу влияния течения на курс и скорость парусного судна.

Вместе с тем, сделанное в работе замечание об отсутствии систематических измерений углов дрейфа для судов различных типов, с различным парусным вооружением, оставляет тему оценки влияния ветрового дрейфа на точность определения в плавании острыми курсами скорости и направления истинного ветра, пока открытой для обсуждения.

#### Список литературы

1. Bahtic, F. Smart Green Shipping, NTS to collaborate on new wing sail designs / Fatima Bahtic. – Текст : электронный // Offshore Energy. – June 2. – 2023. URL: <https://www.offshore-energy.biz/smart-green-shiping-nts-to-collaborate-on-new-wing-sail-designs/> (дата обращения: 07.10.2023).
2. Smith, Tr. Researchers Are Looking To A Surprisingly Old Idea For The Next Generation Of Ships: Wind Power / Tristan Smith. – Текст : электронный // IFLScience. – August 8. – 2015. URL: <https://www.iflscience.com/researchers-are-looking-surprisingly-old-idea-next-generation-ships-wind-power-29924/> (дата обращения: 07.10.2023).
3. Bahtic, F. Thordon's solution to support Aloft's wind propulsion systems / Fatima Bahtic. – Текст : электронный // Offshore Energy. – March 17 – 2023. URL: <https://www.offshore-energy.biz/thordons-solution-to-support-alofts-wind-propulsion-systems/> (дата обращения: 07.10.2023).
4. Leary, K. New Ship With Rigid Solar Sails Harnesses the Power of Sun and Wind at the Same Time / Kyree Leary. – Текст : электронный // Futurism. – 2018. URL: <https://futurism.com/new-ship-rigid-solar-sails-harnesses-power-sun-wind-same-time> (дата обращения: 07.10.2023).
5. DNV Assesses Windship Technology's Zero Emissions Concept – Текст : электронный // Maritime Propulsion: [сайт]. – 2021. – URL: <https://www.maritimepropulsion.com/> (дата обращения: 07.10.2023).
6. Saul, J. Cargill Testing New Sail Technology for Cargo Ships to Cut Emissions / Jonathan Saul – Текст : электронный // Maritime Propulsion. – March 1. – 2023. URL: <https://www.maritimepropulsion.com/news/cargill-testing-new-sail-603286> (дата обращения: 07.10.2023).
7. Raunek. Top 7 Green Ship Concepts Using Wind Energy / Raunek – Текст : электронный // MarineInsight. – June 29. – 2019. URL: <https://www.marineinsight.com/green-shiping/top-7-green-ship-concepts-using-wind-energy/> (дата обращения: 07.10.2023).
8. Sharda. The Ultimate Green Yacht: Ocean Supremacy / Sharda – Текст : электронный // MarineInsight. – April 6. – 2019. URL: <https://www.marineinsight.com/boating-yachting/the-ultimate-green-yacht-ocean-supremacy/> (дата обращения: 07.10.2023).
9. Бонд, Б. Справочник яхтмена. / Б. Бонд. – Текст : непосредственный // Ленинград. – 1989г. – 336 с.
10. Dedekam, Ivar. Illustrated navigation. / Ivar Dedekam – Текст : непосредственный // 2 edition. Fernhurst Book. – England. – 2011г. – 85 с.
11. Slooff, J. The Aero- and Hydromechanics of Keel Yachts. / J. Slooff – Текст : непосредственный // Springer. – 2015. – 625 с.
12. Сидоров, В.И. Морская навигация. / В.И. Сидоров, В.В. Романов – Текст : непосредственный // Москва: Ад фонтас, – 2003. – 193 с.
13. Колс, К.А. Под парусом в шторм. / К.А. Колс – Текст : непосредственный // Ленинград, Гидрометеиздат. Перевод с английского Л.И.Лопатухина – 1985. – 128 с.
14. Headifen, G. Measuring your leeway for better sailing. / G. Headifen – Текст : электронный // Sail-world. – 2010. URL: [www.sail-world.com/71221](http://www.sail-world.com/71221) (дата обращения: 07.10.2023).

#### References

1. Bahtic, F. Smart Green Shipping, NTS to collaborate on new wing sail designs / Fatima Bahtic. – Text : electronic // Offshore Energy. – June 2. – 2023. URL: <https://www.offshore->

- energy.biz/smart-green-shipping-nts-to-collaborate-on-new-wing-sail-designs / (accessed: 07.10.2023).
2. Smith, Tr. Researchers Are Looking To A Surprisingly Old Idea For The Next Generation Of Ships: Wind Power / Tristan Smith. – Text : electronic // IFLScience. – August 8. – 2015. URL: <https://www.iflscience.com/researchers-are-looking-surprisingly-old-idea-next-generation-ships-wind-power-29924> / (accessed: 07.10.2023).
  3. Bahtic, F. Thordon's solution to support Aloft's wind propulsion systems / Fatima Bahtic. – Text : electronic // Offshore Energy. – March 17 – 2023. URL: <https://www.offshore-energy.biz/thordons-solution-to-support-alofts-wind-propulsion-systems/> (accessed: 07.10.2023).
  4. Leary, K. New Ship With Rigid Solar Sails Harnesses the Power of Sun and Wind at the Same Time / Kyree Leary. – Text : electronic // Futurism. – 2018. URL: <https://futurism.com/new-ship-rigid-solar-sails-harnesses-power-sun-wind-same-time> (accessed: 07.10.2023).
  5. DNV Assesses Windship Technology's Zero Emissions Concept – Text : electronic // Maritime Propulsion: [website]. – 2021. – URL: <https://www.maritimepropulsion.com/> (accessed: 07.10.2023).
  6. Saul, J. Cargill Testing New Sail Technology for Cargo Ships to Cut Emissions / Jonathan Saul – Text : electronic // Maritime Propulsion. – March 1. – 2023. URL: <https://www.maritimepropulsion.com/news/cargill-testing-new-sail-603286> (accessed: 07.10.2023).
  7. Raunek. Top 7 Green Ship Concepts Using Wind Energy / Raunek – Text : electronic // MarineInsight. – June 29. – 2019. URL: <https://www.marineinsight.com/green-shipping/top-7-green-ship-concepts-using-wind-energy/> (accessed: 07.10.2023).
  8. Sharda. The Ultimate Green Yacht: Ocean Supremacy / Sharda – Text : electronic // MarineInsight. – April 6. – 2019. URL: <https://www.marineinsight.com/boating-yachting/the-ultimate-green-yacht-ocean-supremacy/> (date of reference: 07.10.2023).
  9. Bond, B. Yachtsman's Handbook. / B. Bond. – Text : direct // Leningrad. – 1989g. – 336 p.
  10. Dedekam, Ivar. Illustrated navigation. / Ivar Dedekam – Text : immediate // 2nd edition. Fernhurst Book. – England. – 2011. – 85 p.
  11. Slooff, J. The Aero- and Hydromechanics of Keel Yachts. / J. Slooff – Text : direct // Springer. – 2015. – 625 p.
  12. Sidorov, V.I. Marine navigation. / V.I. Sidorov, V.V. Romanov – Text : direct // Moscow: Ad fontas, - 2003. – 193 p
  13. Kols, K.A. Under sail in a storm. / K.A. Kols – Text : direct // Leningrad, Hydrometeoizdat. Translated from English by L.I.Lopatukhin – 1985. – 128 p.
  14. Headifen, G. Measuring your leeway for better sailing. / G. Headifen – Text : electronic // Sail-world. -2010. URL: [www.sail-world.com/71221](http://www.sail-world.com/71221) (accessed: 07.10.2023).

#### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Яковлев Владимир Николаевич, к.ф.-м.н.**  
доцент, Сибирский государственный  
университет водного транспорта, 630099, г.  
Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, e-mail:  
yvn@ngs.ru

**Vladimir N. Yakovlev, Ph.D., Associate**  
Professor, Siberian State University of Water  
Transport, 630099, Novosibirsk, Shchetinkina  
str., 33, e-mail: yvn@ngs.ru

Статья поступила в редакцию 03.11.2023; опубликована онлайн 20.03.2024.  
Received 03.11.2023; published online 20.03.2024