

**АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПАРАШЮТИСТА
ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ПРИ СНИЖЕНИИ**

**ANALYSIS OF THE IMPACT OF A SKYDIVER
EXTERNAL FACTORS IN THE DECLINE**

*Горин Андрей Владимирович
кандидат технических наук, доцент
кафедра «Мехатроника, механика и робототехника»
Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева»
г. Орел, Россия
Gorin Andrei Vladimirovich
Ph.D., associate professor
department «Mechatronics, mechanics and robotics»
Orel state university named after I. S. Turgenev
Orel, Russia*

*Токмаков Никита Владимирович
Студент
Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева»
г. Орел, Россия
Tokmakov Nikita Vladimirovich
student
Orel state university named after I. S. Turgenev
Orel, Russia*

*Токмакова Мария Андреевна
студент
Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева»
г. Орел, Россия
Tokmakova Maria Andreevna
student
Orel state university named after I. S. Turgenev
Orel, Russia*

Аннотация. В статье представлен анализ воздействия на парашютиста внешних факторов при снижении под куполом. Описана природа возникновения динамической, термической турбулентности, а так же спутного следа.

Abstract. The article presents an analysis of the impact of external factors on the parachutist when lowering under the dome. The nature of the occurrence of dynamic, thermal turbulence, as well as the satellite trace is described.

Ключевые слова: турбулентность, парашютист, восходящий поток, прыжок с парашютом.

Keywords: turbulence, the parachutist, the updraft, jump with a parachute.

За прошедший период с 1998 по 2016 год наблюдается рост количества

выполняемых прыжков с парашютом. Прыжки с парашютом стали выполнять различные слои населения: дети, пенсионеры, инвалиды, зажиточные и малоимущие граждане. Однако с ростом прыжковой активности возросло количество получаемых парашютистами травм.

Как показывает анализ предпосылок и происшествий, при выполнении прыжков с парашютом в России и за рубежом [1,2,3] 80-85% несчастных случаев происходят по причине неполной подготовленности парашютиста - спортсмена. Указанные происшествия происходят вследствие неправильной или форсированной подготовки парашютиста. Указанные происшествия происходят вследствие неправильного расчета захода или совершения парашютистом ошибок при парашютировании купола и приземлении [4,5]. Эти причины могут привести к негативным, а иногда к фатальным последствиям для здоровья парашютиста.

Одним из фундаментальных навыков обеспечивающих безопасность выполнения прыжков с парашютом является умение теоретического расчета парашютирования [6,7].

К внешним факторам, действующим на парашютиста при снижении, относится разного рода турбулентность.

Турбулентность (стар. турбуленция) - это непредсказуемое, хаотичное, нестабильное перемещение слоев воздуха. Воздух является прозрачной средой, и невооруженным взглядом очень сложно увидеть потоки турбулентности. Однако по результатам ее проявления можно достаточно точно предположить, какой вид турбулентности действует, его силу, направление, площадь действия.

Попадание в турбулентность опасно. Подъемная сила уменьшается, управляемость купола ухудшается, возрастает вертикальная составляющая скорости снижения парашютиста. В результате возможно очень жесткое приземление на незапланированной площадке.

Существует несколько основных видов турбулентности – **динамическая, термическая турбулентности и турбулентный (спутный) след**.

Динамическая турбулентность возникает вследствие воздействия ветра на здания, сооружения или препятствия (рис. 1). При их обдуве перед препятствием возникает зона повышенного давления, «подбрасывающая» купол вверх, а за препятствием - зона пониженного давления, способствующая возникновению нисходящих потоков и завихрений «ротора» (рис. 1). Динамическая турбулентность растет с увеличением скорости ветра и высоты препятствия.

Зону распространения ротора можно приблизительно посчитать по формуле:

$$L_T = H \cdot \frac{V_B^2}{2},$$

где: L_T – длина зоны турбулентности,

H – высота препятствия,

V_B – скорость ветра.

Например: если $V_B=10 \text{ м/с}$ и $H=10 \text{ м}$, то

$$L_T = H \cdot \frac{V_B^2}{2} = 10 \cdot 10^2 \cdot \frac{2}{2} = 500 \text{ м.}$$

На рисунке 1 представлен закон линейного распределения действия турбулентности. На практике он является нелинейным. Причиной тому служит действие термической турбулентности.

Для обеспечения безопасности парашютисту необходимо приземляться на открытых, хорошо продуваемых площадках, подальше от зданий сооружений и прочих препятствий.

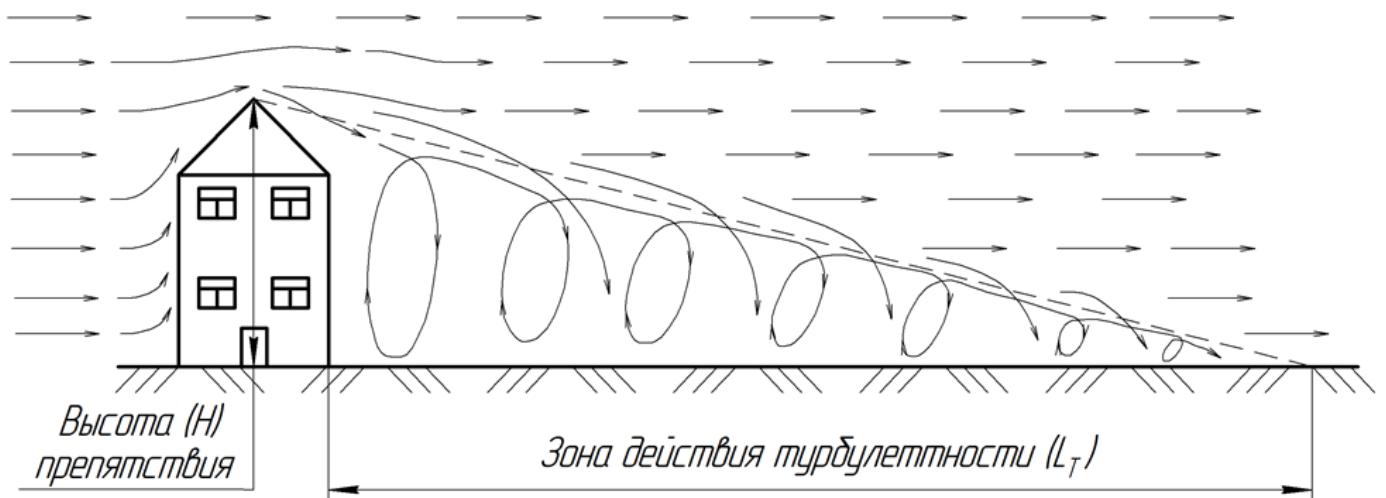


Рис. 1. Схема динамической турбулентности при обтекании ветром препятствия

Термическая турбулентность появляется вследствие неравномерного прогрева земной поверхности и представлена восходящими и нисходящими воздушными потоками. Величина восходящих и нисходящих потоков зависит от размеров прогреваемой поверхности, ее цвета, неоднородности, влажности, формы, а также активности солнца. Наиболее активное проявление термической активности наблюдается в летнее время с 10°C до 17°C .

В этот период солнце стоит в своем зените и осуществляется мощный прогрев. Восходящий поток (термик) – массив перегретого воздуха стремящийся вверх. Одним из индикаторов восходящих потоков являются кучевые облака. Обычно восходящие потоки находятся под ними, но не стоит забывать, что рядом существуют нисходящие потоки.

Наличие восходящих или нисходящих потоков можно определить по форме облаков (рис. 2). Если в профиль облака вписывается треугольник вершиной вверх, то под облаком возможны восходящие потоки воздуха. В случае, когда в профиль облака вписывается треугольник вершиной вниз, тогда под поверхностью облака присутствуют нисходящие потоки.

Необходимо учитывать, что в утреннее время до начала прогрева (до 10°C), а также перед заходом солнца (после 19°C) воздушные массы являются более плотными и холодными.

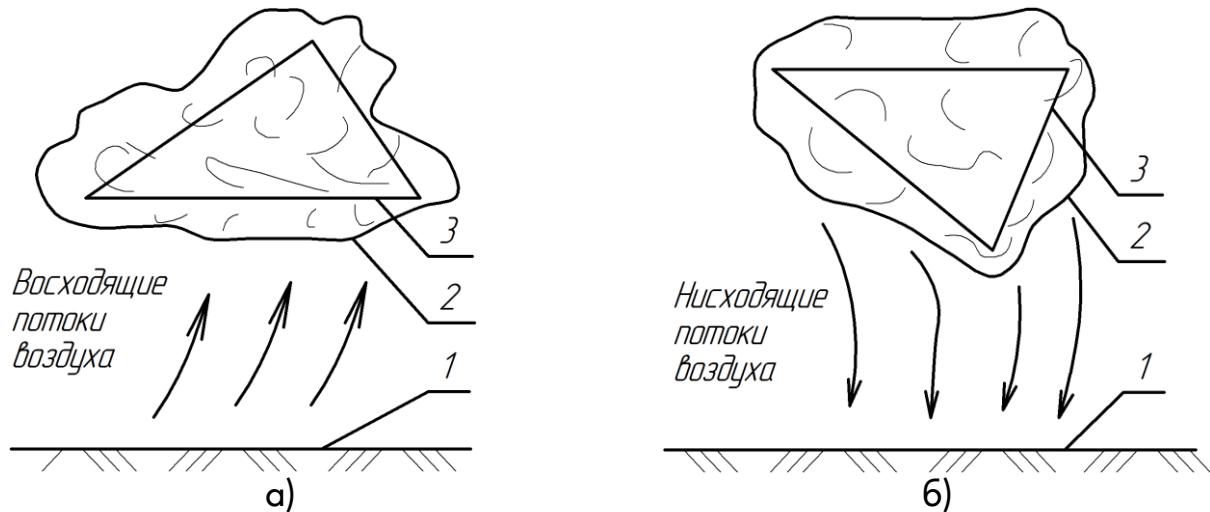


Рис. 2. Схема облачности разного вида

а) схема определения восходящих потоков воздуха,

б) схема определения нисходящих потоков воздуха

1 – земная поверхность, 2 – контур облака,

3 – вписанный треугольник

Турбулентный (спутный) след – след оставляемый парашютной системой в воздушном пространстве. Парашютная система, планируя в воздушном пространстве, разрушает потоки воздуха.

Это является следствием значительной площади парашютной системы, несовершенных форм для обтекаемости ее частей и действия аэродинамических сил.

Парашютная система, проходя сквозь воздух, оставляет за собой след (рис. 3).

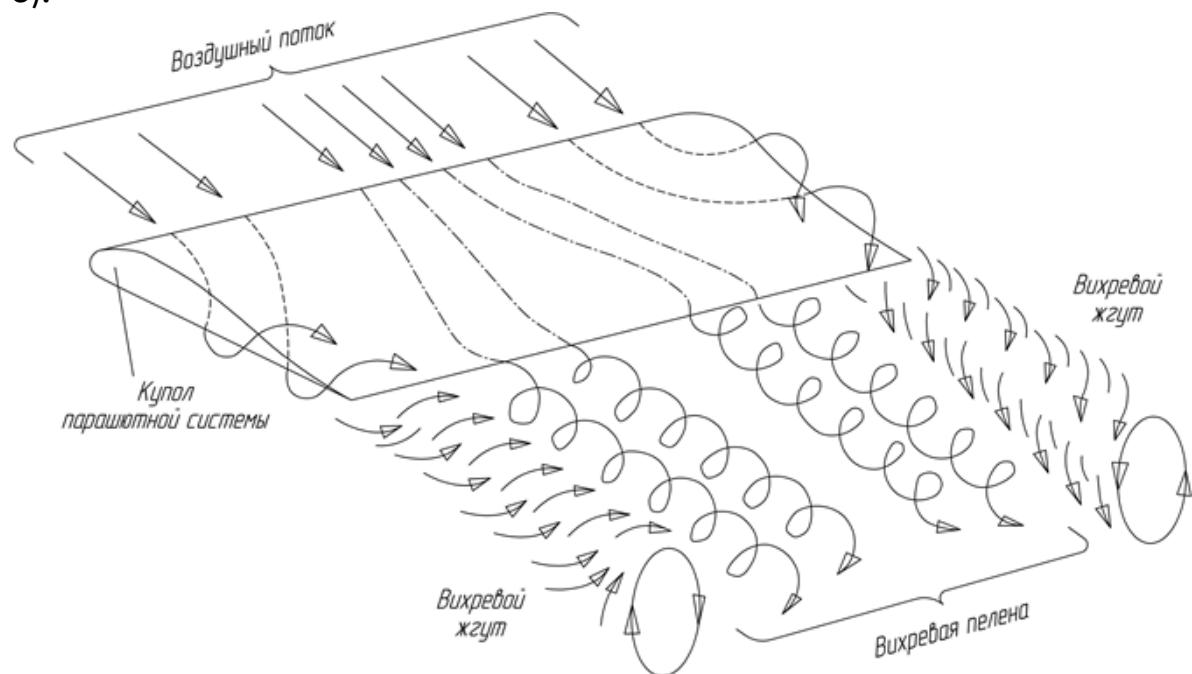


Рис. 3. Схема турбулентного следа

Этот след имеет две характеристики (рис. 3). Первая – турбулентные потоки, образующиеся за куполом в средней его части (вихревая пелена). Вторая – турбулентные потоки, возникающие у боковых кромок купола

и закручающиеся спирально (вихревой жгут или концевой вихрь). Возникает он потому, что воздух пытается прорваться из области высокого давления под куполом в область низкого давления над ним. Обе характеристики спутного следа действуют на расстоянии 15-30 м в зависимости от конструкции и скорости перемещения парашютной системы.

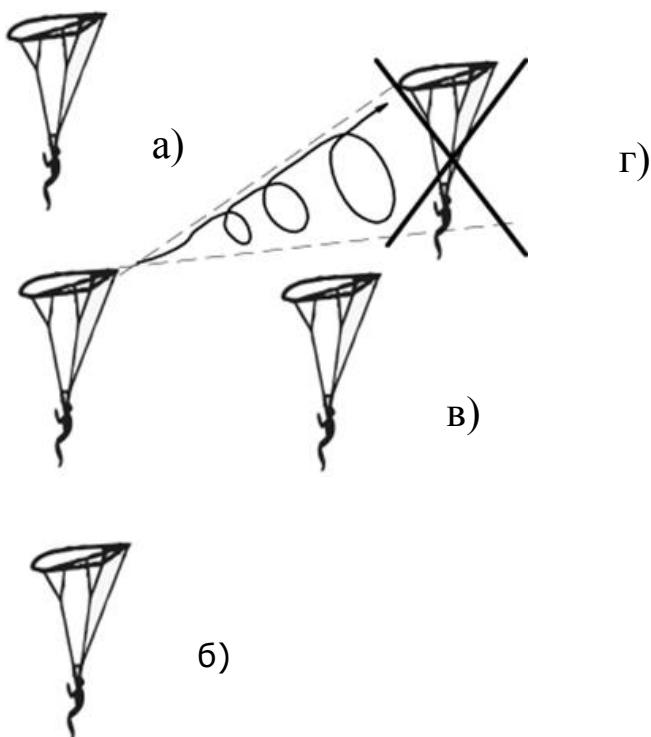


Рис. 4. Схема возможного расположения арашютистов в воздухе
а) сверху; б) снизу; в) сзади; г) попадание в турбулентный след

Пилотируя парашют неподалеку от другого купола, спортсмен может безопасно находиться с правой, левой стороны, сверху (рис. 4.а), снизу (рис. 4.б) или сзади (рис. 4.в) от него. Расположение в хвосте впереди идущего купола (рис. 4.г) на углах близких к углам его снижения очень опасно. Это приводит к просадке купола и значительной потере высоты. Особенно это опасно при заходе на посадку и приземлении.

Таким образом, на основании представленного материала и выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Умение учитывать действие внешних факторов при парашютировании позволяет увеличить безопасность выполнения прыжков с парашютом.
2. Особое внимание необходимо уделить практическому пилотированию купола в зонах действия турбулентности.
3. Отдельным вопросом стоит обучение, подготовка инструкторского состава с точки зрения методологии и практики преподносимых знаний и умений распознавать действие турбулентности различных видов для начинающих спортсменов-парашютистов.

Литература

1. Анализ парашютных происшествий за 1998-2005г. ДОСААФ России [Электронный ресурс]. URL: <http://skysport.ru/analiz-parashyutnyx-proisshestviij-za-1998-2005>.
2. Анализ парашютных происшествий за 2006г. ДОСААФ России [Электронный ресурс]. URL: http://kbrsky.com/incidents/analiz_parashyutnyh_proisshestviij_za_2006-2012.
3. Анализ парашютных происшествий за 2014г. ДОСААФ России [Электронный ресурс]. URL: http://kbrsky.com/incidents/analiz_parashyutnyh_proisshestviij_za_2014-2016.
4. Серебренников, Г. Г. Парашютный спорт : учебное пособие. М. : Патриот, 1990. 226 с.
5. Горин, А. В., Ткаченко В. Е. Основы работы парашютиста под куполом : монография. Орел : ООО ПФ «Картуш», 2014. 94 с.
6. Горин, А. В., Горина М. А. Начальная подготовка парашютиста : монография. Орел : Госуниверситет УНПК, 2015.
7. Горин А. В., Горина М. А., Козырев Д. Л. Теоретические основы прыжка с планирующей оболочкой : монография. Орел : ОГУ имени И. С. Тургенева, 2016. 52 с.

References

1. Analiz parashyutnykh proisshestviy za 1998-2005 g. DOSAAF Rossii [Analysis of parachute incidents for 1998-2005. DOSAAF of Russia]. Available at: <http://skysport.ru/analiz-parashyutnyx-proisshestviij-za-1998-2005>. (Accessed 04 april 2017). (In Russian).
2. Analiz parashyutnykh proisshestviy za 2006 g. DOSAAF Rossii [Analysis of the parachute incidents in 2006. DOSAAF of Russia]. Available at: http://kbrsky.com/incidents/analiz_parashyutnyh_proisshestviij_za_2006-2012. (Accessed 16 april 2017). (In Russian).
3. Analiz parashyutnykh proisshestviy za 2014 g. DOSAAF Rossii [Analysis of parachute incidents for 2014 DOSAAF of Russia]. Available at: http://kbrsky.com/incidents/analiz_parashyutnyh_proisshestviij_za_2014-2016. (Accessed 18 april 2017). (In Russian).
4. Serebrennikov G. G. Parashyutnyy sport [Parachuting]. Moscow, Patriot Publ., 1990, 226 p.
5. Gorin A. V., Tkachenko V. E. Osnovy raboty parashyutista pod kupolom [Basics of parachutist work under the dome]. Orel, Kartush Publ., 2014, 94 p.
6. Gorin A. V., Gorina M. A. Nachal'naya podgotovka parashyutista [Initial training of parachutist]. Orel, State University –UNPK Publ., 2015, 130 p.
7. Gorin A. V., Gorina M. A., Kozyrev D. L. Teoreticheskie osnovy pryzhka s planiruyushchey obolochkoy [Theoretical bases of the jump with a planning shell]. Orel, OGU name of I. S. Turgenev, 2016, 52 p.