

ВОЗДУШНЫЕ СУДА (ВС), ИМЕЮЩИЕ ДВИГАТЕЛИ, СОЗДАЮТ ВОЗМУЩЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ, ЧРЕЗВЫЧАЙНО ОПАСНЫЕ ДЛЯ ВСех ТИПОВ ВС

(к анализу АП 08\08\2015г. - столкновению ВС
над Истринским водохранилищем Подмоскoвья)

Как известно из теории и практики, а также данных аэродинамики полётов ВС (воздушных судов) при пролёте любого типа ВС, снабжённого двигателем, происходит интенсивное турбулентное возмущение воздушной среды, которое сохраняется как невидимый в воздухе турбулентный «след» в атмосфере. Его следует грамотно называть «Турбулентный спутный след» (ТСС) от(или за) ВС, но вполне допустимо и сокращённое название просто «Спутный след». Кроме ТСС, вертолёт и его модификации также создают и участки сильных нисходящих воздушных потоков, возникающих от работы несущего(щих) винта(тов).

Различные типы ВС создают и оставляют после пролёта разные виды ТСС, о которых есть информация практически во всех многочисленных учебниках по курсу Авиационной метеорологии [1], в Инструкциях по лётной эксплуатации ВС, а также в соответствующих Международных Документах по метеорологическому обеспечению полётов, выпущенных Международной организацией гражданской авиации - ИКАО [2,3,4] и Всемирной метеорологической организацией - ВМО [5].

В соответствии со сведениями из указанных источников, воздушное пространство, занятое ТСС – это участок резкого усиления различного типа сильных и очень сильных турбулентных вихрей (см. рис. 1).

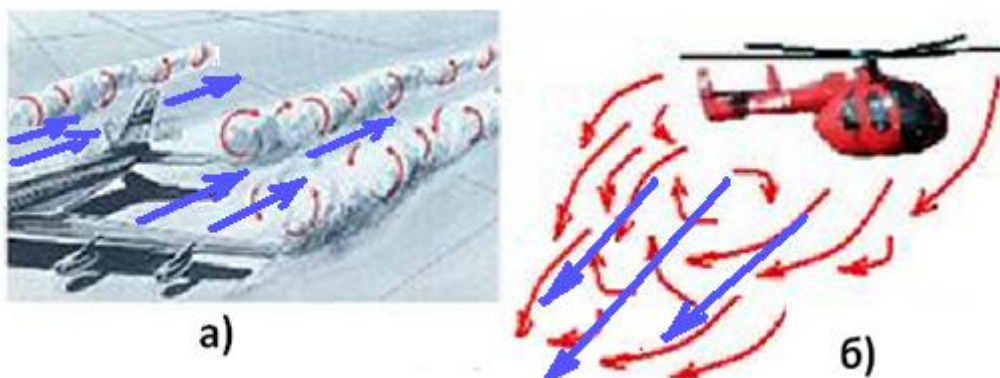


Рис. 1 (взято из [1]) Турбулентный спутный след за движущимся самолётом (а) и вертолётoм (б).

Синими стрелками дополнительно показано направление общего струйного воздушного потока, вызванного работой двигателей ВС.

Пересечение в полёте ВС участка ТСС, оставленного другим ВС, чревато появлением внезапной и очень сильной болтанки, которая может вызвать даже и значительные броски ВС; в мировой лётной практике зарегистрированы произошедшие по этой причине многочисленные и серьёзные АП (авиапроисшествия) и даже катастрофы ВС. Понятно, что это обычно и чаще происходит на тех участках и стадиях полётов, когда ВС движутся на достаточно малых расстояниях друг от друга и на малых высотах.

Во избежание попадания ВС зону ТСС от другого ВС в Инструкциях по производству полётов ВС для соответствующих участков полётов, на которых высока вероятность такого попадания в ТСС, обычно предусматриваются различные профилактические меры

для исключения попадания ВС в зону ТСС от другого ВС - в виде соблюдения как временного, так и пространственного интервала между ВС в полёте. Есть строгие рекомендации по выдерживанию как временного интервала между выполнением взлёта и посадки ВС на аэродроме, так и по соблюдению расположения ВС в воздухе при совместном полёте близко расположенных двух или нескольких ВС («строим» при демонстрационных полётах, при процедуре дозаправки в воздухе и т.д.), а также при различных манёврах в полёте и при пересечениях траекторий полёта для близко расположенных в полёте ВС.

Самое главное отличие типичных видов ТСС, оставляемых в воздухе самолётом и вертолётom состоит в том, что ТСС за самолётом, строго повторяя «след в след» траекторию пролёта ВС, просто постепенно теряет свою силу и расширяется по мере удаления от самолёта. В свою очередь, для летящего вертолётa ТСС не только «следует» за вертолётom, но и самое главное, обычно резко «отходит» на заметное расстояние «поперёк» по вертикали от траектории движения вертолётa, что вызвано работой несущих винтов, отбрасывающих поток воздуха вниз для создания подъёмной силы.

При этом в ТСС за летящим **самолётom**, очевидно, что кроме постепенно расширяющегося участка сильных, но ограниченных в пространстве неупорядоченных турбулентных движений, возникших при обтекании ВС встречным потоком воздуха, существует также и чрезвычайно мощный струйный упорядоченный и очень опасный поток воздуха «назад» от движения самого ВС (≥ 50 м/с), вызванный работой двигателей ВС (Рис. 1а). Отмечен даже уникальный случай, когда при работающих двигателях стоящего реактивного ВС, случайно проезжавший сзади ВС автомобиль был отброшен струйным потоком воздуха от двигателей сзади ВС и он в этом потоке даже «улетел» в водоём, см:

http://www.youtube.com/watch?v=aTpwc_IUKIQ

Трудно даже представить этот кошмар - что бы произошло в полёте, если бы в этом ТСС оказалось любое ВС: АП, включая тяжёлые (катастрофы ВС), было бы гарантировано !

Главным моментом для более детального анализа ТСС за летящим **вертолётom** является то, что при этом будет наблюдаться не только зона общего мощного неупорядоченного турбулентного возмущения воздушной среды. При этом также и будут формироваться заметные участки сильных и более упорядоченных вертикальных воздушных потоков, типа вертикального струйного течения - это дополнительно указано синими стрелками на рис 1(б)!

Этот интересный объект - вертикальное струйное течение, вызванное работой двигателей вертолётa, требует специального анализа, на котором мы и остановимся далее.

Рис. 1-б, взятый из учебных материалов, лишь в общих чертах даёт примерное представление о формировании ТСС вблизи вертолётa и только лишь в зоне шлейфа (по потоку), но он, к сожалению, совсем не показывает очень важных научно-практических деталей аэродинамики этого процесса, которые необходимо знать для профессионального обсуждения этого вопроса. При этом в доступной литературе не приводится данных о порядке наблюдающихся значений скоростей воздушного потока в струйном нисходящем потоке и информации о формировании воздушных движений **над** вертолётom, что, как мы увидим далее, имеет даже принципиальное значение. Поэтому для тщательного анализа рассмотрим все детали воздушного движения вокруг вертолётa.

На рис. 2 представлена более полная картина воздушных потоков вблизи вертолётa при работающем двигателе в режиме «висения» над Землёй при безветрии, что необходимо и вполне достаточно рассмотреть для анализа. При движении вертолётa в воздухе по горизонтали соответствующие зоны возмущения воздушного потока будут лишь смещаться по потоку, но сущность их останется той же. Рассмотрим процесс

движения воздуха вблизи вертолётa воздушным потоком «сверху вниз» - по пути движения воздуха, обтекающего вертолёт.

В соответствии с Законами неразрывности и аэродинамики работа винта вертолётa приводит к тому, что отбрасываемая вниз под вертолёт масса воздуха создаёт над винтом некий «купол разряжения», в котором резко падает плотность воздуха и соответственно, давление воздуха (H). Это и создаёт сверхмощные «компенсационные» градиенты (перепады) плотности и атмосферного давления, направленные извне (из окружающей воздушной среды) в сторону купола разряжения над работающим винтом. Известно, что эти градиенты плотности и давления воздуха и являются той движущей силой, которая создаёт массовое, и довольно мощное движение воздуха большой скорости (указано стрелками) в связи с огромными локальными значениями этих градиентов.

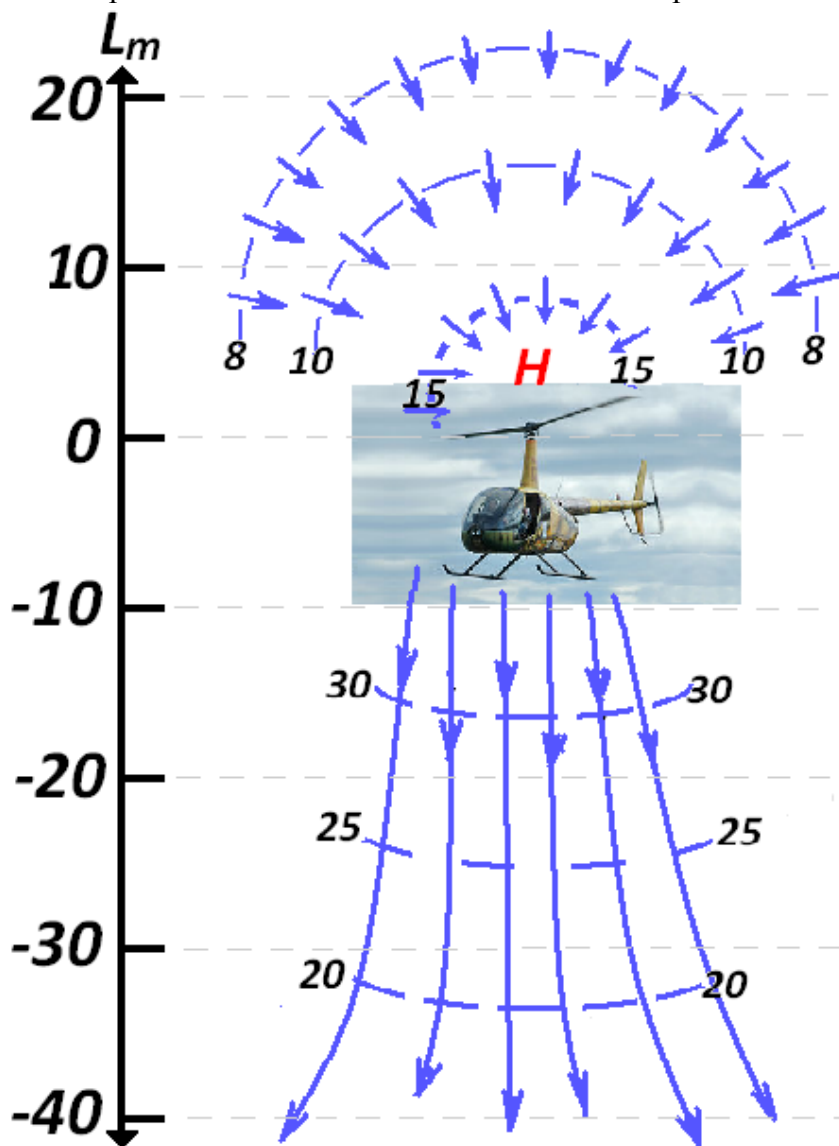


Рис. 2 Общая схема осреднённых воздушных потоков вблизи вертолётa в режиме «висения» при штиле.

Стрелками показаны направления воздушных потоков и изогаи возможных значений скоростей потока (m/c) на отдельных участках, а также выделена зона «купола разряжения» (H) - резкого понижения плотности и давления воздуха над несущим винтом вертолётa. Слева даётся примерная вертикальная шкала удаления вверх и вниз от плоскости винта (L_m).

Это движение воздуха **над** вертолётom извне по направлению к куполу резкого падения плотности и давления (***H***), конечно, будет уже содержать имевшуюся в нём до этого турбулентно - пульсационную атмосферную составляющую. Но, по сравнению с сильно турбулизированным воздушным движением в ТСС **под** вертолётom, это движение воздуха **над** вертолётom можно вполне считать для данной задачи псевдо – ламинарным и поэтому его начальной турбулентностью даже можно для данного анализа и пренебречь.

Указанные примерные значения изотак будут в каждом конкретном случае зависеть от параметров работы несущего винта - мощности двигателя, числа оборотов винта, шага винта, диаметра винта и др., но общий характер расположения изотак (убывание значений по мере удаления от вертолётa) будет оставаться таким же.

Размер зоны купола резкого разряжения воздуха над вертолётom (***H***) имеет ширину в нижней части лишь ненамного большую по сравнению с диаметром винта, а вертикальная протяжённость этой зоны разряжения составляет лишь несколько метров над винтом - порядка лишь вертикального размера самого вертолётa. Вертикальное распространение различных значений изотак нисходящего движения над этим куполом разряжения, убывающих вверх по значениям от вертолётa, зависит от указанных параметров работы винта, и они могут иметь протяжённость в **десятки метров** над винтом! Как увидим далее – это является чрезвычайно важным обстоятельством в формировании воздушных потоков **над** вертолётom. В связи с убыванием этих движений с высотой можно считать, что выше **30 м** над несущим винтом сильные нисходящие потоки маловероятны.

При этом важно обратить внимание на то, что зона нисходящих движений **над** участком разряжения (***H***) по мере удаления вверх от винта вертолётa куполообразно расширяется, т.е. сильные нисходящие потоки на высоте **>10 м** можно встретить даже на горизонтальном удалении более 20 м от оси винта!

Движения воздуха **под** вертолётom, вызванные несущим винтом вертолётa - именно это и есть турбулентный спутный след ТСС **под** вертолётom. Они имеют намного большую скорость, чем таковые над вертолётom (см. значения изотак), являются чрезвычайно турбулизированными и имеют тип мощного струйного течения - они более узконаправленны и являются значительно более скоростными и протяженными, чем движения над вертолётom.

Что касается чрезвычайной опасности ТСС, оставшегося после пролёта самолётa, а также ТСС и нисходящего потока под вертолётom и сзади него, то они хорошо известны всем авиаторам и никаких сомнений в их характере не вызывают. Попадание любого ВС в эту зону ТСС за самолётom или за (под) вертолётom опасно не только очень сильной болтанкой, но катастрофическими бросками, чреватými катастрофой ВС (рис. 1). Об этом пишут во всех Документах ИКАО по данному вопросу [2-5] и учебниках по Авиационной метеорологии [1]. Однако везде в этих Материалах почти не упоминается о «компенсационных» нисходящих воздушных потоках **над** вертолётom, направленных из окружающей среды в зону разряжения (***H***) над несущим винтом, которые известны теоретикам-аэродинамикам и являются совершенно очевидными (см. рис.2).

Следует оценить, насколько опасными для ВС, попавшего в зону **над** летящим вертолётom, являются наблюдающиеся в этой зоне квази – упорядоченные нисходящие потоки воздуха, стремящегося извне из окружающего воздуха под действием значительных градиентов плотности и атмосферного давления - в зону «купола разряжения» (***H***) на рис. 2.

По вопросу степени зависимости летящего ВС от скорости нисходящего потока воздуха, в который ВС попало, имеется важный Международный Документ, принятый после тщательного и длительного изучения вопроса специалистами и экспертами перед 5 сессией КАМ ВМО (Табл.1). Автор данной статьи в своё время участвовал от делегации

СССР в подготовке и представлении этого важного Документа, работая в составе SG WIST ICAO (Исследовательская Группа по сдвигам ветра и турбулентности при ИКАО).

Таблица 1

Критерии и термины интенсивности сдвигов ветра (СВ) Приняты на 5-й сессии КАМ (Комиссия по авиационной метеорологии) ВМО Женева, Швейцария, 1971 г.				
Интенсивность сдвига ветра (термин)	Воздействие на управление ВС	Виды сдвигов ветра		
		ВСВ м/с на $\Delta H = 30$ м	ГСВ м/с на $\Delta L = 600$ м	ВВП м/с
Слабый	Незначительное	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$
Умеренный	Значимое (заметное)	2,1 ... 4,0	2,1 ... 4,0	2,1 ... 4,0
Сильный	Трудности пилотирования	4,1 ... 6,0	4,1 ... 6,0	4,1 ... 6,0
Очень сильный	Опасное	$> 6,0$	$> 6,0$	$> 6,0$

Сокращения в Табл.1: **ВСВ** – вертикальный сдвиг ветра,
ГСВ – горизонтальный сдвиг ветра,
ВВП – вертикальный воздушный поток.

На основании этих экспертных данных следует взглянуть на изотахи **над** «куполom разряжения» (**H**) на рис. 2, по которым очевидно, что значение **опасного** ВВП для любого типа ВС (>6 м/с) встречается и на довольно существенном удалении - более **20 м** над плоскостью работающего несущего винта вертолётa!

Поэтому пролёт любого ВС **над** летящим вертолётom на расстоянии около **20 м** (и даже более) из-за опасного нисходящего потока, создаваемого несущим винтом вертолётa, чревато не только броском ВС вниз под воздействием этого нисходящего потока, но и самое опасное - столкновением ВС с вертолётom и катастрофой обоих ВС. Воздействие нисходящего потока именно на пролетающий самолёт, как показывают многочисленные исследования, является даже более значительным, чем на вертолёт, поскольку площадь проекции самолётa в горизонтальной плоскости намного больше его вертикальной проекции. Поэтому эффект зависимого вынужденного вертикального «парашютирования» самолётa под воздействием резких нисходящих вертикальных внешних потоков воздуха будет намного больше, чем от сильных горизонтальных сдвигов ветра.

Из приведённых данных следует очевидный вывод о том, что вертикальные воздушные потоки, создаваемые вертолётom как **под** (в ТСС) так и **над** вертолётom (над зоной разряжения – «**H**») так сильно могут воздействовать на близко отстоящий по вертикали пролетающий самолёт. что он будет буквально «брошен» вниз! При этом важно то, что если самолёт будет пролетать близко **под** вертолётom, то это оказывается даже менее опасно, т.к. оба ВС при этом будут удаляться друг от друга, и имеется ещё некоторый «запас» высоты для самолётa над поверхностью Земли (или воды). А вот вариант попытки пролёта самолётa близко **над** вертолётom – намного более опасен вероятностью катастрофического и внезапного столкновения ВС из-за потери высоты самолётom!

Оценки показывают, что даже малогабаритный вертолёт, оказавшийся по вертикали вблизи как под, так и над даже крупным аэробусом, может дать сильный бросок аэробуса

вниз и вызвать серьёзное АП и даже катастрофу-столкновение ВС при пролёте самолёта над вертолётом!

В связи с приведённой научной информацией о нисходящих потоках воздуха над вертолётом, можно проанализировать сведения о произошедшей над Истринским водохранилищем Подмосковья катастрофе двух ВС – гидросамолёта и вертолёта.

Произошло это столкновение ВС вечером - при хорошей освещённости (за 18 мин до захода Солнца), хорошей видимости в условиях лётной спокойной погоды в 20час 06 мин (время МСК), 08 августа 2015г, самолёта Cessna 206 (переоборудованного для посадки на воду), с вертолётом Robinson 44, пролетавшим над водохранилищем по туристской трассе. Оба ВС упали в воду, погибли все 9 человек (из них - оба пилота) находившиеся на борту этих двух ВС.

Имеется вполне достоверное, достаточно точное и краткое описание сути этого произошедшего АП, сделанное в Сообщении профессионального корреспондента Агентства МИР-24, подтверждённое многочисленными очевидцами-отдыхающими, находившимися на пляже (был перед этим жаркий день) [6]. Привожу наиболее полезную часть - копию текста из его сообщения:

«Предварительно в момент крушения гидросамолет «напрыгнул» (прим. - так в тексте) сверху на вертолет Robinson и оторвал ему винт, затем обе машины рухнули в воду».

Т.е. очень важно то, что приближаясь к моменту столкновения, гидросамолёт сближался с вертолётом, находясь сверху, или над вертолётом, т.е. тем самым гидросамолёт попадает именно в зону нисходящего потока над вертолётом (См. верхнюю часть на рис. 2), находясь на небольшом расстоянии над ним. Гидросамолёт при этом, конечно, поэтому резко теряет высоту, т.к. его буквально «засасывает» нисходящий поток, создаваемый несущим винтом вертолёта, и поэтому неизбежно происходит столкновение-катастрофа с ниже летящим вертолётом.

Таким образом, является очевидным, что это АП является как бы чисто «классическим» случаем такого столкновения ВС из-за нисходящего потока над вертолётом, о котором следует упомянуть во всех учебных, методических и руководящих Материалах для работников авиации по Авиационной Метеорологии - для Руководителей полётов, авиадиспетчеров, пилотов и др.

Из проведённого анализа следует: вполне очевидно, что пилот вертолёта Robinson 44, следовавшего по своему маршруту, проходившему ниже, мог даже и не видеть и не слышать приближавшегося к нему сверху гидроплана Cessna 206, поэтому пилот вертолёта и не предпринял никаких действий для того, чтобы избежать столкновения с гидропланом. Следовательно, не обнаруживается со стороны пилота, управлявшего вертолётом Robinson 44 каких либо действий, которые могли бы вызвать это АП!

В свою очередь, пилот гидросамолёта, «обрушившегося» сверху в нисходящем потоке на вертолёт, как видно, уже до этого «шёл» к этому АП, поскольку, как указано там же, в [6], :

«...пилот разбившегося гидросамолета не соблюдал требования безопасности во время полетов над Истринским водохранилищем.

...гидросамолет летал над водохранилищем на протяжении всего дня, и, по словам очевидцев, пилот совершал опасные маневры, в том числе пытался напугать отдыхающих на водохранилище»

Так что в данной ситуации не возникает никакого сомнения в том, что пилот гидросамолёта Cessna 206 в полёте допустил опасное сближение сверху пролетая над

вертолётом Robinson 44. В результате этого гидросамолёт Cessna 206 попал в сильный и очень опасный нисходящий поток несущего винта вертолёта Robinson 44 и поэтому гидросамолёт резко потерял высоту и столкнулся с вертолётом.

В связи с анализом данного АП, вызванного особенностями формирования сильных воздушных потоков вблизи вертолёта, опасных для полётов других ВС, следует дополнительно внести в РЛЭ (Руководства по лётной эксплуатации) всех вертолётов и всех типов самолётов, а также в инструктивные и учебные Материалы для всех работников авиации (Руководителей полётов, Авиадиспетчеров, Пилотов...и др.) следующие позиции.

1. В связи с работой несущего винта вертолёт оставляет после пролёта ниже себя-зади зону сильного турбулентного спутного следа (ТСС) опасного для всех ВС сильной болтанкой и бросками, а также создаёт зону очень сильных нисходящих воздушных потоков, чреватых резкой потерей высоты ВС как **над**, так и в зоне ТСС - **под** вертолётом.

2. Зона ТСС вместе с нисходящим потоком в ней обычно простирается на много десятков метров под вертолётом; участок сильных нисходящих потоков над вертолётом обычно не превышает высоту до **30 м** над плоскостью несущего винта.

3. Попадание любого другого (в т.ч. и крупного) воздушного судна (ВС) в зону ТСС опасно внезапным возникновением сильной болтанки и даже бросков ВС. Сильные нисходящие потоки как **над**, так и **под** вертолётом приводят к резкой потере высоты попавшего в этот поток ВС.

4. Попадание любого ВС в нисходящий поток **над** вертолётом чрезвычайно опасно вероятностью столкновения ВС с вертолётом из-за потери высоты ВС, вызванной нисходящим потоком над несущим винтом вертолёта.

5. В связи с создаваемой несущим винтом вертолёта зоны ТСС и зоны нисходящих потоков под и над вертолётом, чрезвычайно опасной для полётов всех типов ВС, категорически запретить сближение в полёте всех типов ВС с вертолётами в вертикальной плоскости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазунов В.Г. «Авиация и Погода» Электронное учебное пособие, 2012г.
<http://www.aex.ru/news/2012/12/21/101136/>
2. Метеорологическое обеспечение международной авионавигации.
Приложение 3. ИКАО http://aviadocs.net/icaodocs/Annexes/an03_cons_ru.pdf
3. Руководство по авиационной метеорологии. ICAO Doc. 8896 AN 893 2006.
http://aviadocs.net/icaodocs/Docs/8896_cons_ru.pdf
4. Руководство по сдвигу ветра на малых высотах ICAO Doc.9817 AN 449 2005.
http://aviadocs.net/icaodocs/Docs/9817_cons_ru.pdf
5. ВМО-№ 49. Технический Регламент. Сборник основных документов №2. Том II - Метеорологическое обеспечение международной авионавигации
http://ipk.meteorf.ru/images/stories/literatura/wmo/49_2.pdf
6. Возможной причиной авиакатастрофы в Истре могли стать опасные маневры.
МИР-24, НОВОСТИ, 08.08.2015, 22.11 <http://mir24.tv/news/society/13086553>