

Управление образования администрации Озерского городского округа  
Челябинской области

Муниципальное бюджетное учреждение  
дополнительного образования  
«Станция юных техников»



## «МОДЕЛИ ВЕРТОЛЕТОВ»

*методическое пособие к теме*

*«Модели вертолетов»*

*2 часть*

Составил педагог дополнительного  
образования Думенек В. Л.

г. Озерск  
2019 г.

**Методическое пособие** - предназначено для обучающихся авиамодельного объединения 2 года обучения при изучении темы «Модели вертолётов».

**Цель.** Познакомить обучающихся с конструкцией и технологией изготовления моделей вертолётов класса «F1F».

## I. СХЕМЫ ВЕРТОЛЕТОВ

Вертолеты классифицируются по различным критериям в зависимости от их характерных особенностей. Так, вертолеты можно классифицировать по количеству несущих винтов, их расположению, конструкции привода несущего винта, способу парирования крутящего момента, назначению и т.д.

Наиболее простой, но достаточно полной для моделистов классификацией можно, пожалуй, считать следующую:

- 1) одновинтовая схема, вертолеты Ми-2;
- 2) двухвинтовая продольная схема, вертолеты –
- 3) двухвинтовая поперечная схема, вертолеты –
- 4) двухвинтовая соосная схема, вертолеты –
- 5) двухвинтовая поперечная схема с большим перекрытием винтов (синхроптер), вертолеты –
- 6) многовинтовая (более двух винтов) схема, вертолеты –

Обсудим кратко аэродинамические и конструктивные особенности этих схем вертолетов с точки зрения авиамоделизма.

**Одновинтовая схема** по исполнению проще других, по этой причине большинство известных в настоящее время моделей вертолетов построено по этой схеме.

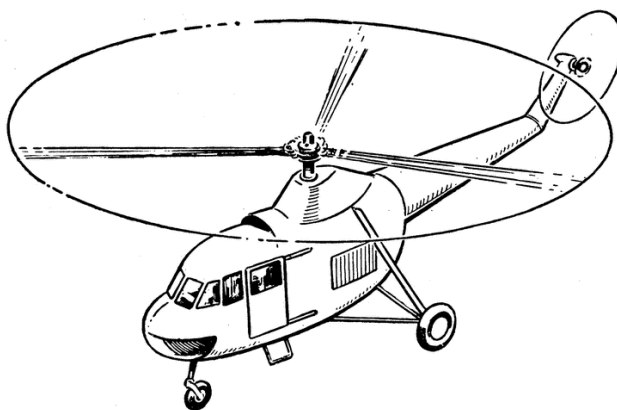


Рисунок 1

У вертолетов одновинтовой схемы крутящий момент несущего винта, как правило, парируется рулевым винтом, выполняющим одновременно роль средства управления относительно вертикальной оси. Самым важным достоинством одновинтовой схемы является относительная простота конструкции привода винта и системы управления. К недостаткам этой

схемы следует отнести необходимость длинного фюзеляжа, чаще всего в виде балки или фермы с рулевым винтом, размещенным на ее конце. Это затрудняет балансировку конструкции и требует от нее способности выдерживать значительные моменты от хвостовой балки, особенно при жесткой посадке. Наличие рулевого винта также невыгодно с энергетической точки зрения, так как для его вращения требуется определенная мощность, отбираемая от двигателя. В одновинтовой схеме могут быть использованы и другие способы уравнивания крутящего момента несущего винта, но их эффективность невелика. Поэтому они здесь не рассмотрены и не отражены в классификации.

У вертолетов *двухвинтовой профильной схемы* несущие винты располагаются один за другим.



Рисунок 2

Эти винты могут приводится в действие как общим двигателем, так и каждый своим. Взаимное влияние винтов в вертикальном полете и на режиме висения настолько мало, что им можно пренебречь. В двухвинтовой схеме поверхности, ометаемые лопастями винтов, при виде сверху представляют собой два отдельных либо два перекрывающихся круга.

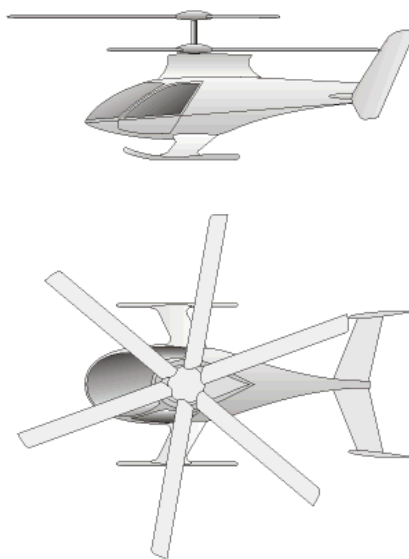


Рисунок 3

При небольшом перекрытии винтов потери в подъемной силе настолько малы, что ими можно пренебречь. Крутящие моменты

уравновешиваются автоматически вследствие противоположности направлений вращения винтов. При этом нет необходимости в дополнительных устройствах балансировки, что является преимуществом по сравнению с одновинтовой схемой.

К преимуществам двухвинтовой профильной схемы относятся также хорошая профильная устойчивость, большая грузоподъемность, хорошая управляемость, большой объем фюзеляжа, а также возможность уменьшить диаметр несущих винтов. Недостатком этой схемы является большая масса системы синхронизации винтов, а также большое лобовое сопротивление широкого, как правило, фюзеляжа.

В *двухвинтовой поперечной схеме* несущие винты располагаются по разные стороны фюзеляжа на специальных консолях, выполненных в виде крыльев или ферм.

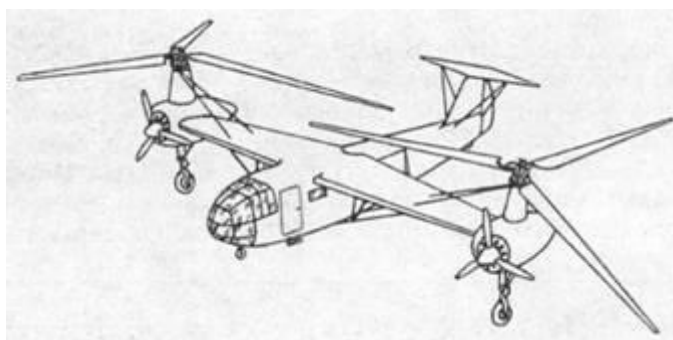


Рисунок 4

Для парирования крутящего момента на таких вертолетах, как и в двухвинтовой продольной схеме, принимаются противоположные направления вращения винтов. Вертолеты с несущими винтами, расположенными на крыловидных консолях, в горизонтальном полете получают определенное преимущество благодаря дополнительной подъемной силе, и наоборот, на режимах висения и вертикального полета возникают потери из-за большого вредного сопротивления, вызванного тем, что значительная часть поверхности крыла расположена перпендикулярно направлению струи несущего винта. К преимуществам схемы относятся хорошая управляемость при достаточном запасе поперечной и продольной устойчивости, а также отсутствие рулевого винта. Существенным недостатком этой схемы являются относительно тяжелая система синхронизации винтов и большое лобовое сопротивление вертолета в целом.

В *двухвинтовой соосной схеме* несущие винты расположены на общей оси вращения (см. рис.) – вал верхнего винта проходит через полую ось нижнего.

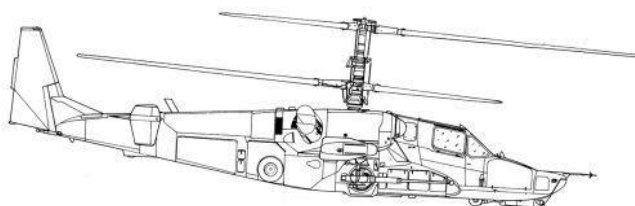


Рисунок 5

Противоположность направлений вращения винтов обеспечивает уравнивание крутящих моментов, поэтому также отпадает необходимость в рулевом винте. Управление вертолетом соосной схемы относительно вертикальной оси осуществляется путем изменения (в противоположные стороны) углов установки лопастей верхнего и нижнего винта, т.е. ценой нарушения компенсации крутящего момента. Кили, расположенные, как правило, на относительно коротком фюзеляже такого вертолета, обеспечивают необходимую путевую устойчивость. Соосная схема позволяет создавать легкие и компактные вертолеты с малыми моментами инерции (благодаря короткому фюзеляжу), имеющие, однако, много существенных недостатков, таких, как недостаточная путевая устойчивость, сложная система управления двумя винтами, сложная система привода винтов, взаимное влияние винтов, возможность столкновения лопастей винтов во время резкого маневрирования вертолета.

В *двухвинтовой поперечной схеме* типа «синхроптер» несущие винты располагаются на отдельных осях, отклоненных наружу относительно фюзеляжа на определенный угол.

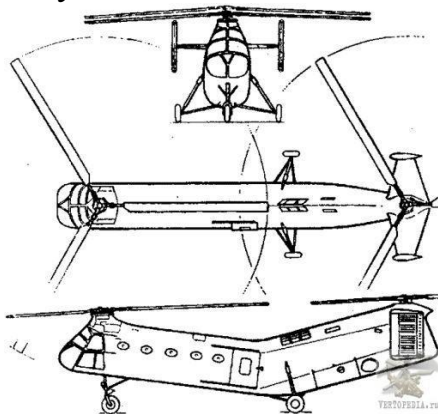


Рисунок 6

Несмотря на противоположность направлений вращения винтов, в этой схеме возникает некоторый дестабилизирующий момент. Между винтами должна быть обеспечена жесткая синхронизация, поскольку поверхности, ометаемые лопастями винтов, пересекаются (винты как бы «входят в зацепление»). Схема синхроптера никакими особенными преимуществами не обладает, но зато имеет множество существенных недостатков.

**Многовинтовая схема** может применяться с целью увеличения грузоподъемности вертолета. Так как с увеличением диаметра винта его масса быстро возрастает, применение нескольких винтов меньшего диаметра может быть выгоднее с точки зрения уменьшения общей массы вертолета. Однако до сих пор многовинтовые схемы не нашли применения. Даже очень большие вертолеты с огромной грузоподъемностью чаще всего строят по одновинтовой схеме. При этом необходимое увеличение силы тяги достигается путем увеличения диаметра несущего винта и числа лопастей.

## II. КОНСТРУКЦИЯ ВЕРТОЛЕТА

Конструкции всех типов вертолетов мы рассматривать здесь не будем, а ограничимся вертолетами одновинтовой схемы, так как эта схема нашла наибольшее распространение в авиамоделизме.

Одним из наиболее ответственных агрегатов вертолета является несущий винт. Несущий винт выполняет у вертолета те же функции, что и крылья у самолета, создавая необходимую для полета подъемную силу. Кроме того, благодаря специальным устройствам он служит для управления вертолетом. С этой точки зрения несущий винт должен отвечать особенно высоким техническим требованиям, тем более что он работает в чрезвычайно напряженных условиях (большие инерционные, в том числе центробежные силы, изгибающие моменты, вибрация и т.д.). В зависимости от конструкции несущие винты, чаще всего используемые в вертолетах, можно разделить на две группы:

- шарнирные винты (с лопастями, шарнирно прикрепленными к втулке (см. рис.);
- карданные винты (с лопастями, жестко прикрепленными к втулке (см. рис.).

У несущего винта второго типа втулка крепится к валу с помощью шарнира кардана, и лопасти могут поворачиваться относительно втулки только вокруг своей продольной оси, изменяя угол установки.

Основными частями несущего винта являются втулка, лопасти и автомат перекаса.

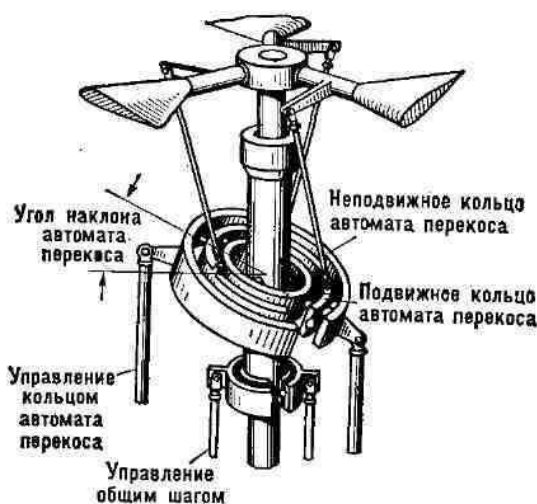


Рисунок 7

Втулка служит для крепления лопастей, обеспечивающего им необходимые степени свободы, а также для передачи крутящего момента с вала винта. Конструкция втулки определяется, прежде всего, типом винта.

Несущие винты могут иметь различное число лопастей. Шарнирные несущие винты обычно имеют, по меньшей мере, три лопасти во избежание вибраций, передающихся на весь вертолет. Карданные винты имеют чаще

всего две лопасти, хотя иногда встречаются конструкции с тремя или четырьмя лопастями. Лопасти могут иметь различную форму в плане, чаще всего используются лопасти трапецевидной или прямоугольной формы. Нередко лопасти имеют геометрическую крутку (закрученность) и переменный профиль вдоль размаха.

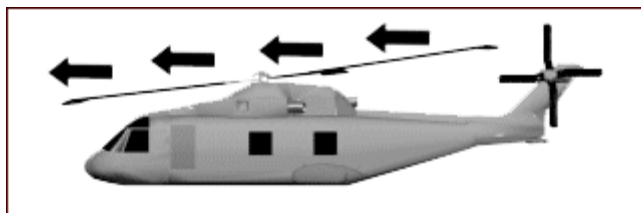
Рулевой винт, как упоминалось выше, используется для парирования крутящего момента несущего винта, под действием которого фюзеляж вертолета стремится вращаться в направлении, обратном направлению вращения несущего винта. Кроме того, рулевой винт служит для управления вертолетом относительно вертикальной оси. По конструкции рулевой и несущий винты подобны. Как и у несущих винтов, число лопастей рулевого винта может быть различным – от 2 до 4÷5. Известны также конструкции вертолетов, у которых рулевой винт имеет одну лопасть, сбалансированную с другой стороны противовесом.

Важнейшим узлом вертолета является силовая установка. К ней относится, прежде всего, двигатель (или двигатели). Силовой установкой вертолета может служить поршневой или реактивный двигатель, причем второй благодаря своим несомненным преимуществам применяется все чаще.

Поскольку авиационные двигатели работают на больших оборотах, необходимо применять редукторы, уменьшающие эти обороты.

В конструкциях многих вертолетов, выполненных по одновинтовой схеме, кроме рулевого винта применяется оперение. Киль часто служит также консолью для крепления рулевого винта. Горизонтальное оперение стабилизирует вертолет во всех фазах его полета. Особенно это важно для горизонтального полета, когда появляется горизонтальная составляющая вектора тяги и возникает некоторый пикирующий момент, наклоняющий вертолет вперед.

Фюзеляж вертолета, как и самолета, служит для соединения в одно целое отдельных элементов и агрегатов, а также для размещения экипажа и груза.



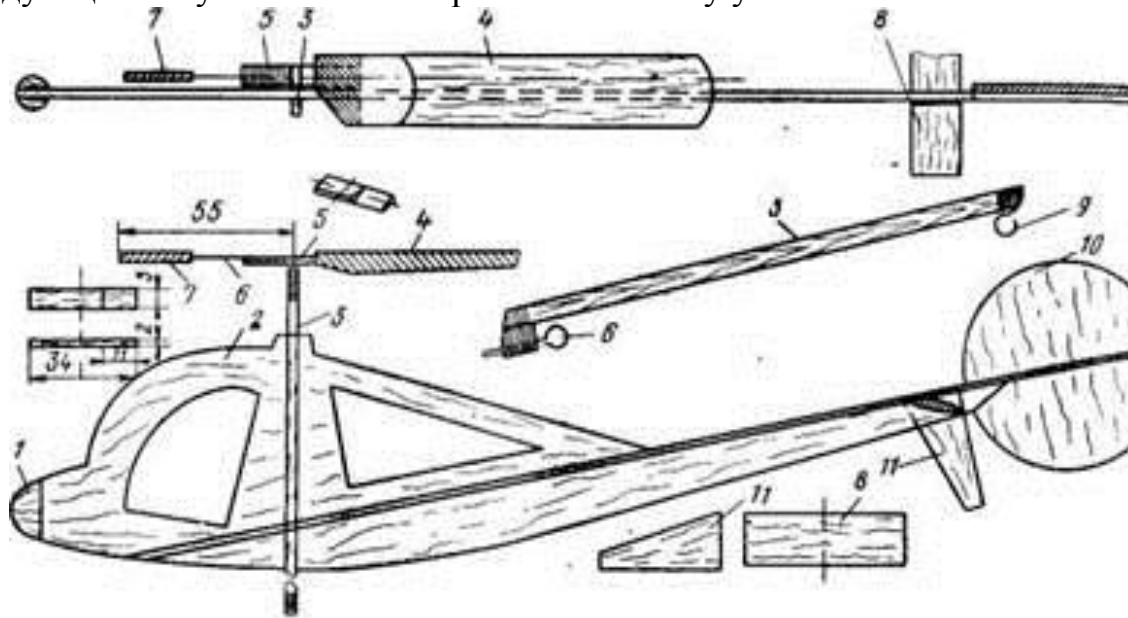
Фюзеляж вертолета оснащен шасси, которое может иметь либо такую же конструкцию, как у самолета, либо совершенно другую, например в виде полозьев. Как правило, полозья применяются на легких вертолетах, выполняющих взлет и посадку вертикально. Большие и тяжелые вертолеты, которые иногда взлетают и садятся с горизонтальной скоростью, должны иметь колесное шасси. Есть такие вертолеты, у которых шасси позволяет взлетать и садиться на воду. Фюзеляжи вертолетов характеризуются большим разнообразием конструкций и внешнего вида. Фюзеляж может быть целиком замкнутым, как у самолета, либо иметь вид балки (фермы) с выполненной отдельно кабиной экипажа.

## Модели вертолётов

Модель вертолета чешских авиамоделистов напоминает настоящий вертолет.

Фюзеляж заодно с килем вырезают из пластины пенопласта толщиной 5 мм и по периметру фигуры окантовывают липовыми рейками сечением 5X1 мм. В качестве силовой балки используют сосновую рейку сечением 4X3 мм и длиной 180 мм. С одного конца ее приклеивают подшипник винта, а с другого привязывают крючок из проволоки ОВС диаметром 0,7 мм. Крепят силовую балку сбоку фюзеляжа. Лопасть однолопастного несущего винта делают из двух слоев чертежной бумаги и клеят к ступице, через которую проходит вал ротора, выгнутый из стальной проволоки диаметром 0,8 мм. Он же является одновременно и штангой противовеса, который напавляют на свободный конец вала.

Резиномотор связывают из восьми нитей сечением 1 X 1 мм. Вначале его закручивают на 30 оборотов, пуская модель вертикально вверх. При последующих запусках число оборотов понемногу увеличивают.



*Модель вертолета из пенопласта:*

1—груз; 2— корпус; 3—рейка силовая; 4— лопасть; 5 — ступица; 6 — вал винта; 7— противовес 8 — стабилизатор; 9 — крючок; 10 — киль; 11 — хвостовая опора

Модель вертолета «Пэнни» разработал американский авиамоделист Д. Буркхем. Этот миниатюрный вертолет с резиновым мотором снабжен хвостовым винтом и Имеет автомат стабилизации.

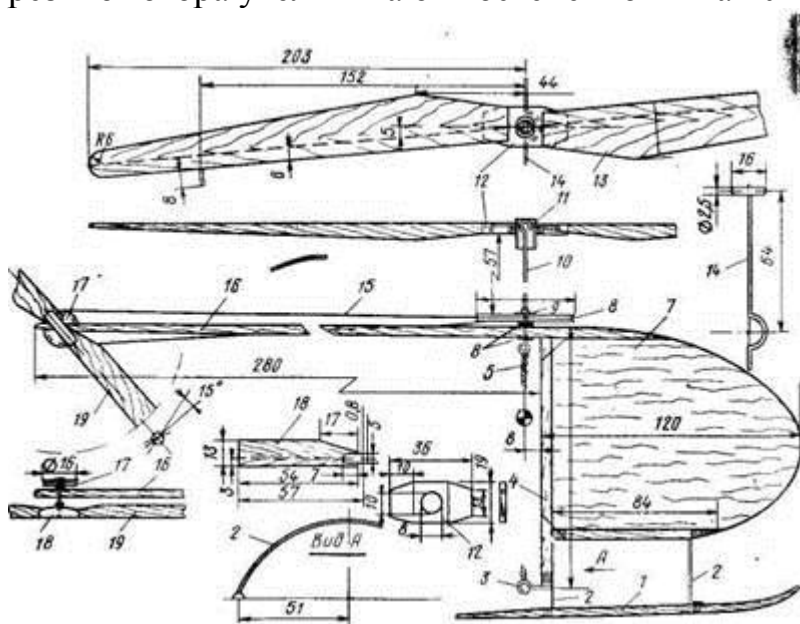
Основой модели является силовая рейка из сосны длиной 114 мм и сечением 5x5 мм.

Сбоку приклеивают пластину из пенопласта толщиной 5 мм и



Несущий винт — ротор выполняют так. Вначале из липы делают ступицу, крепят к ней балансир, выгнутый из стальной проволоки диаметром 0,8 мм. Затем сгибают вал ротора из проволоки диаметром 1,5 мм и закрепляют его одним концом во втулке. Далее монтируют на нем шкив, вставляют в отверстие на корпусе, усиленное двумя шайбами, и загибают другой, свободный конец. К ступице шар-нирно навешивают две лопасти, вырезанные из бальзовой пластины толщиной 1,5 мм или плотной бумаги в два слоя. Во избежание поломки модели следует особое внимание обратить на балансировку ротора.

Резиномотор, состоящий из 12 нитей сечением 1X1 мм, закрепляют на крючке и валу ротора. В процессе запусков число оборотов (закрутку) резиномотора увеличивают постепенно — на 20—25 оборотов.



1 — посадочная лыжа, 2—стойка шасси; 3 — крючок резиномотора; 4 — силовая рейка; 5 — резино мотор; 6— шайбы; 7 — корпус; 8 — шкив; 9 — прокладки; 10 — вал ротора; 11 — втулка ротора 12 — ступица; 13— лопасть; 14 — балансир; 15 — приводной жгут; 16—хвостовая балка; 17 — шкив хвостового винта; 18 — ступица хвостового винта; 19 — лопасть хвостового виита

### **Список литературы:**

**Модель вертолѐта.** Драгунов Г.Б.1976 г.

**Летающая модель вертолѐта.** Спунда Б.В. 1988 г.

**Лети Модель.** Лебединский М.С. 1976 г.

**Интернет ресурсы.**

### **Содержание:**

1. Схемы вертолѐтов.....	2 стр.
2. Конструкция вертолѐта.....	6 стр.
3. Модели вертолѐтов.....	8 стр.
4. Список литературы.....	10 стр.