



# РАЗДЕЛ 1 ВОЗДУШНЫЕ СУДА



## Тема № 2 «Планер»

### Занятие № 1

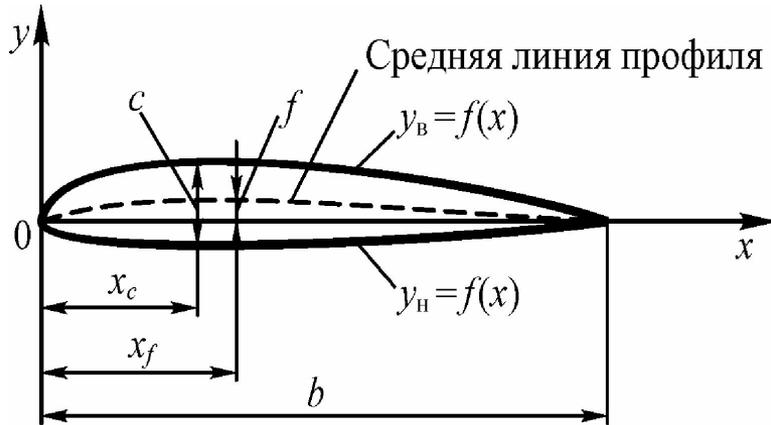
#### «Особенности аэродинамической компоновки частей планера ВС»

»

1. Особенности аэродинамической компоновки частей планера ВС.
2. Особенности аэродинамической компоновки частей планера ВС МиГ-29.

# 1. Особенности аэродинамической компоновки частей планера ВС.

## Основные параметры крыла



Максимальная кривизна профиля (стрела прогиба)  $f_{max}$  - наибольшее расстояние между средней линией и хордой;

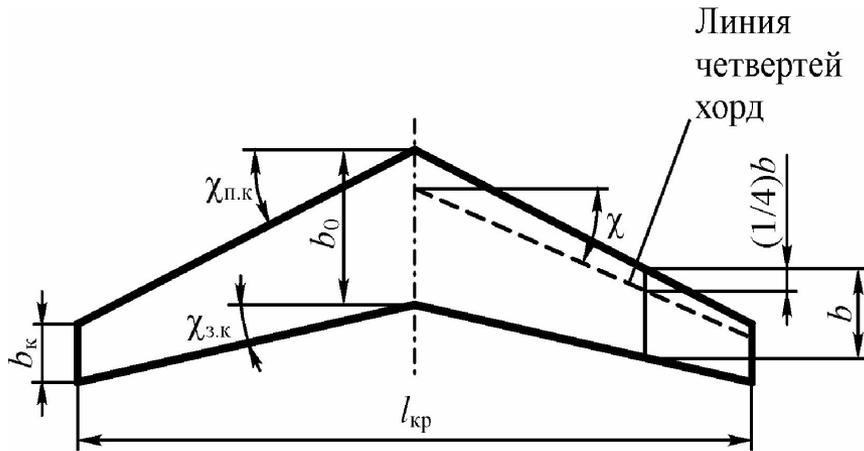
Относительная вогнутость профиля (кривизна профиля) - это отношение максимальной вогнутости профиля к его хорде, выраженное в про

$$\bar{f} = \frac{f_{max}}{b} \cdot 100\%$$

Относительная толщина профиля это отношение максимальной вогнутости профиля к его хорде, выраженное в процент

$$\bar{c} = \frac{c_{max}}{b} \cdot 100\%$$

# Основные параметры крыла



**Размах крыла,  $l_{кр}$**  - расстояние между двумя плоскостями, параллельными базовой плоскости самолёта и касающимися концов крыла;

**Хорда несущей поверхности крыла** — отрезок прямой взятый в одном из сечений крыла плоскостью, параллельной базовой плоскости самолёта, и ограниченный передней и задней точками профиля.

**Местная хорда крыла  $b(z)$**  — отрезок прямой на профиле крыла, соединяющий переднюю и заднюю точки контура профиля в заданном сечении по размаху крыла.

**Длина местной хорды крыла  $b(z)$**  — длина отрезка линии проходящей через заднюю и переднюю точки аэродинамического профиля в местном сечении по размаху крыла.

**Центральная хорда крыла,  $b_0$**  - местная хорда крыла в базовой плоскости самолёта, получаемая продолжением линии передней и задней кромок крыла до пересечения с этой плоскостью.

**Бортовая хорда крыла,  $(b_\phi)$**  — хорда по линии разёма крыла и фюзеляжа в сечении крыла, параллельном базовой плоскости самолёта.

**Концевая хорда крыла,  $b_к$**  - хорда в концевом сечении крыла, параллельном базовой плоскости самолёта.

## Основные параметры крыла

*Угол стреловидности,  $\chi$*  - угол между линией четвертей хорд крыла и плоскостью, перпендикулярной корневой хорде;

*Удлинение крыла,  $\lambda$*  - это относительный геометрический параметр, определяемый как отношение квадрата размаха крыла к площади крыла:

$$\lambda = \frac{l^2}{S};$$

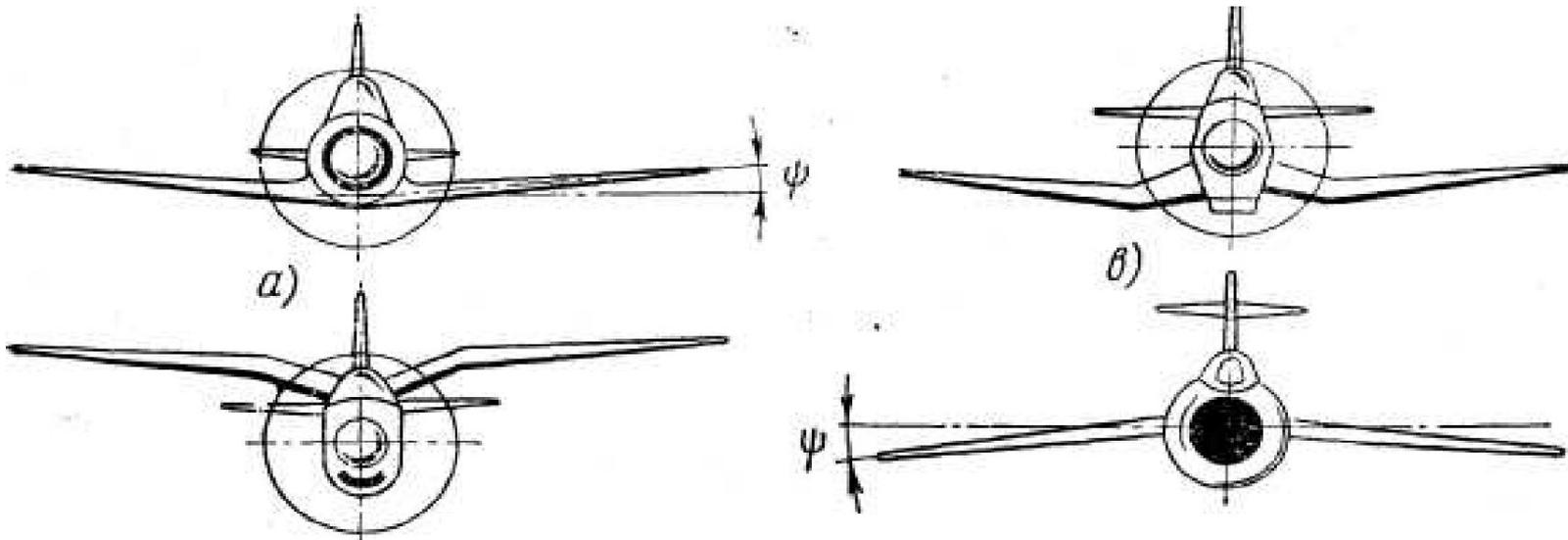
*Сужение крыла  $\eta$*  - относительный геометрический параметр крыла, определяемый как отношение длины центральной хорды крыла к длине концевой хорды:

$$\eta = \frac{b_0}{b_k};$$

*Геометрическая крутка крыла* — поворачивание хорд крыла по его размаху на некоторые углы (по закону  $\varphi_{кр} = f(z)$ ), которые отсчитываются от плоскости, за которую обычно принимают базовую плоскость крыла (при условии если угол заклинения крыла по бортовой хорде равен нулю).

Применяется для улучшения аэродинамических характеристик, устойчивости и управляемости на крейсерском режиме полёта и при выходе на большие углы атаки.

## Основные параметры крыла



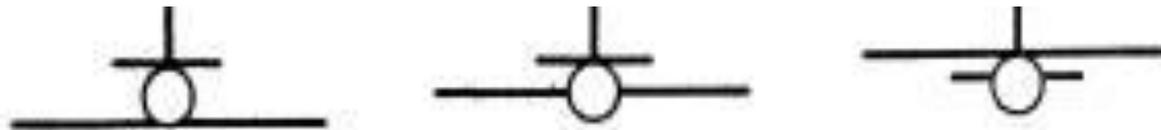
**Угол поперечного «V» крыла – это угол образованный плоскостью хорд крыла и перпендикуляром к плоскости симметрии самолета**

Положительное поперечное «V» крыла улучшает, а отрицательное - ухудшает поперечную устойчивость самолета.

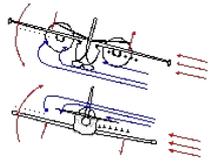
## Основные параметры крыла

Положение крыла относительно фюзеляжа при виде спереди классифицирует ВС, как высокоплан; среднеплан; низкоплан.

Положение крыла относительно фюзеляжа при виде спереди также оказывает существенное влияние на поперечную устойчивость самолета. Высокопланная схема повышает степень поперечной устойчивости. Низкопланная схема уменьшает степень поперечной устойчивости. Среднепланная схема не влияет на степень поперечной устойчивости.



# Основные параметры крыла



# Особенности аэродинамической компоновки хвостового оперения



*МиГ-29 (Нормальная схема)*



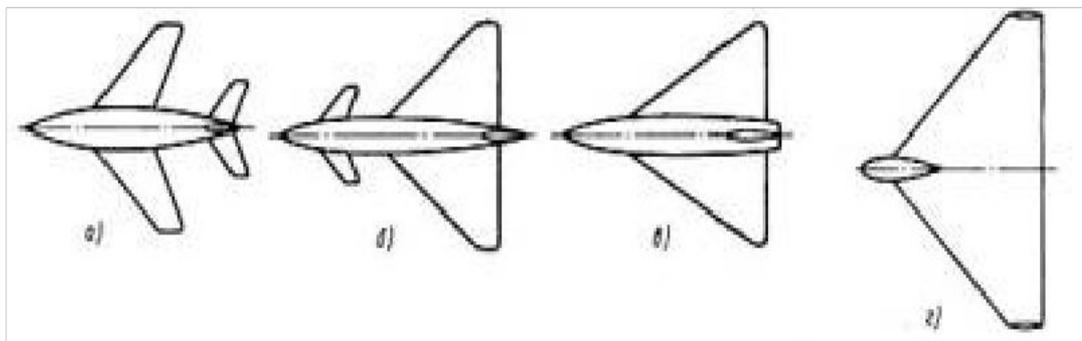
*AJ-37 («Утка»)*



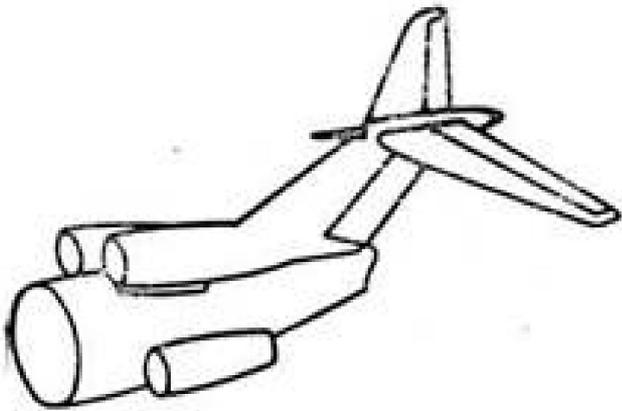
*Mirage-2000 («Бесхвостка»)*



*B-2 («Летающее крыло»)*



## Особенности аэродинамической компоновки хвостового оперения

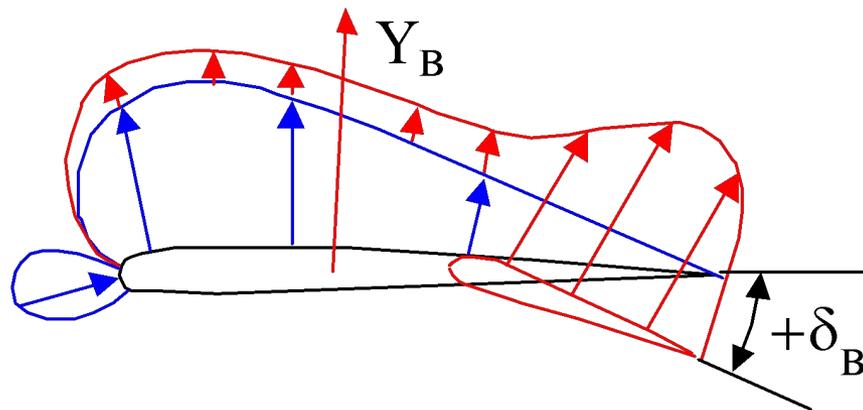


У самолётов с хвостовым расположением ГО устанавливается в хвостовой части самолёта - на фюзеляже или на верху киля (Т-образная схема, например ВС: Ил-76, Ту-134, Ту-154 и др.).

Это объясняется тем, что наибольшие вихревые зоны этих самолетов располагаются на уровне продольной оси самолета.

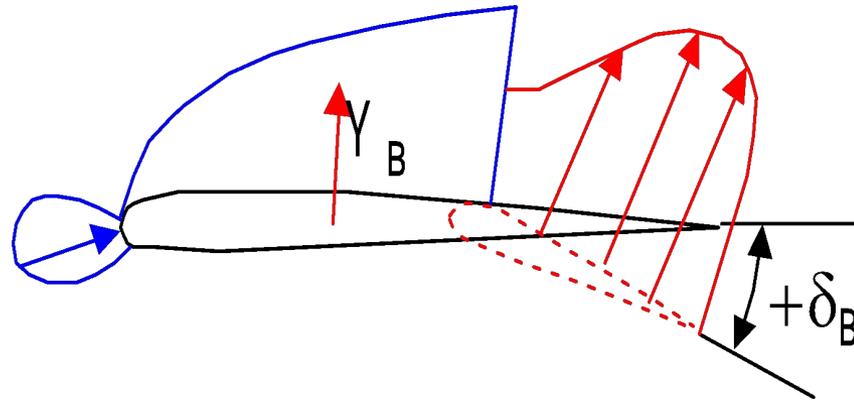
# Особенности аэродинамической компоновки хвостового оперения

$M < 1$



# Особенности аэродинамической компоновки хвостового оперения

$M > 1$



При  $M > 1$  на неподвижной поверхности возникают местные зоны сверхзвуковых скоростей, заканчивающиеся скачками уплотнений. Отклонение руля на этих числах  $M$  полета приводит к перераспределению давления только на той части профиля, которая расположена позади скачка уплотнения (в сверхзвуковом потоке малые возмущения давления, вызванные отклонением руля, вперед по потоку не передаются). Исключение из сферы аэродинамического воздействия руля части несущей поверхности приводит к значительному снижению его эффективности. При дальнейшем увеличении  $M$  скачки смещаются назад и вся неподвижная часть поверхности оказывается вне влияния рулей.

# Особенности аэродинамической компоновки хвостового оперения

Снижение эффективности ВО на **больших углах атаки** из-за затенения его крылом и фюзеляжем



Снижение эффективности ВО из-за возникновения скачков уплотнения на  $M > 1$



# Особенности аэродинамической компоновки хвостового оперения

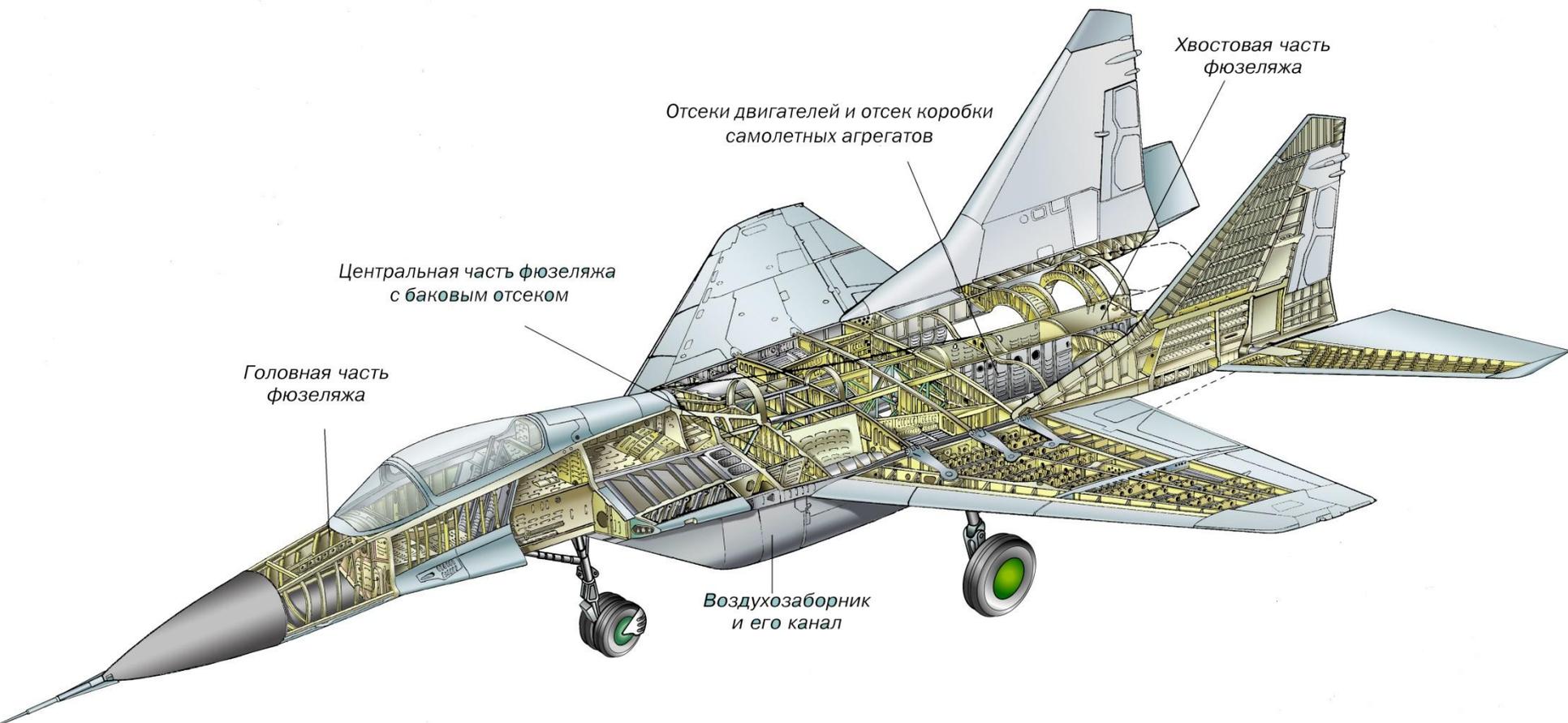


## Особенности аэродинамической компоновки фюзеляжа

Несущий фюзеляж создает значительную часть подъемной силы самолета (МиГ-29, МиГ-31, Су-57).

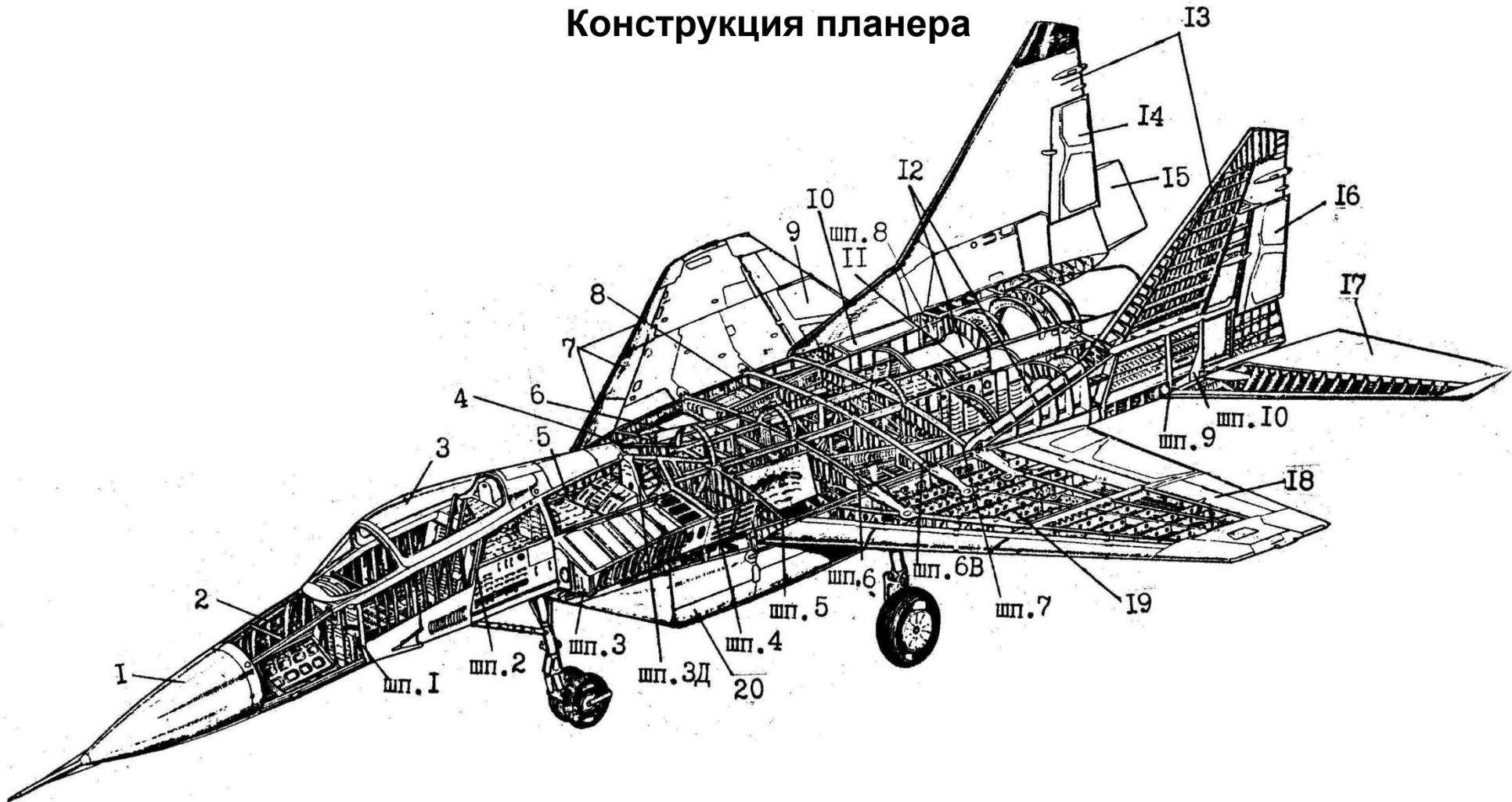


## 2. Особенности аэродинамической компоновки частей планера ВС МиГ-29.



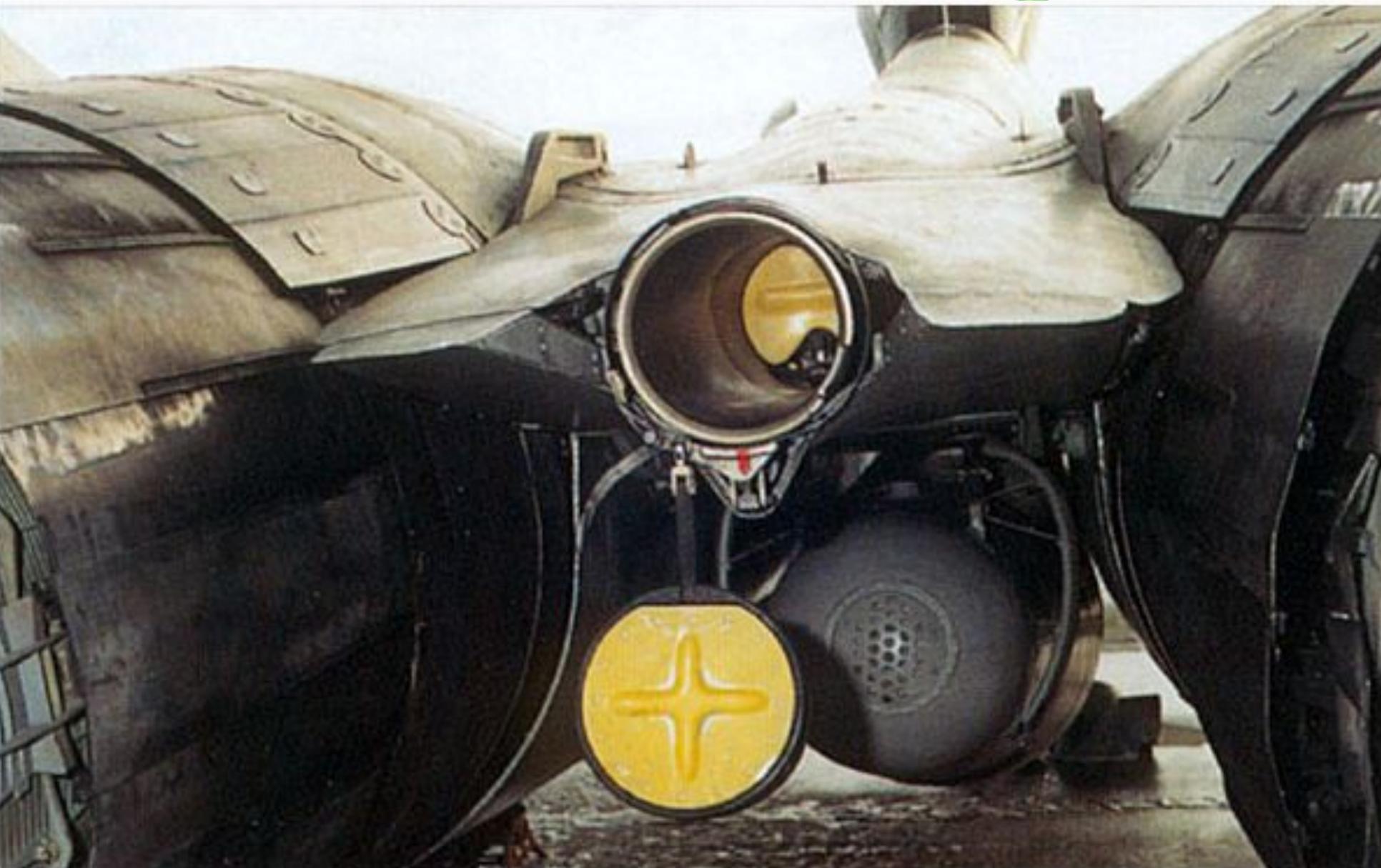


## Конструкция планера



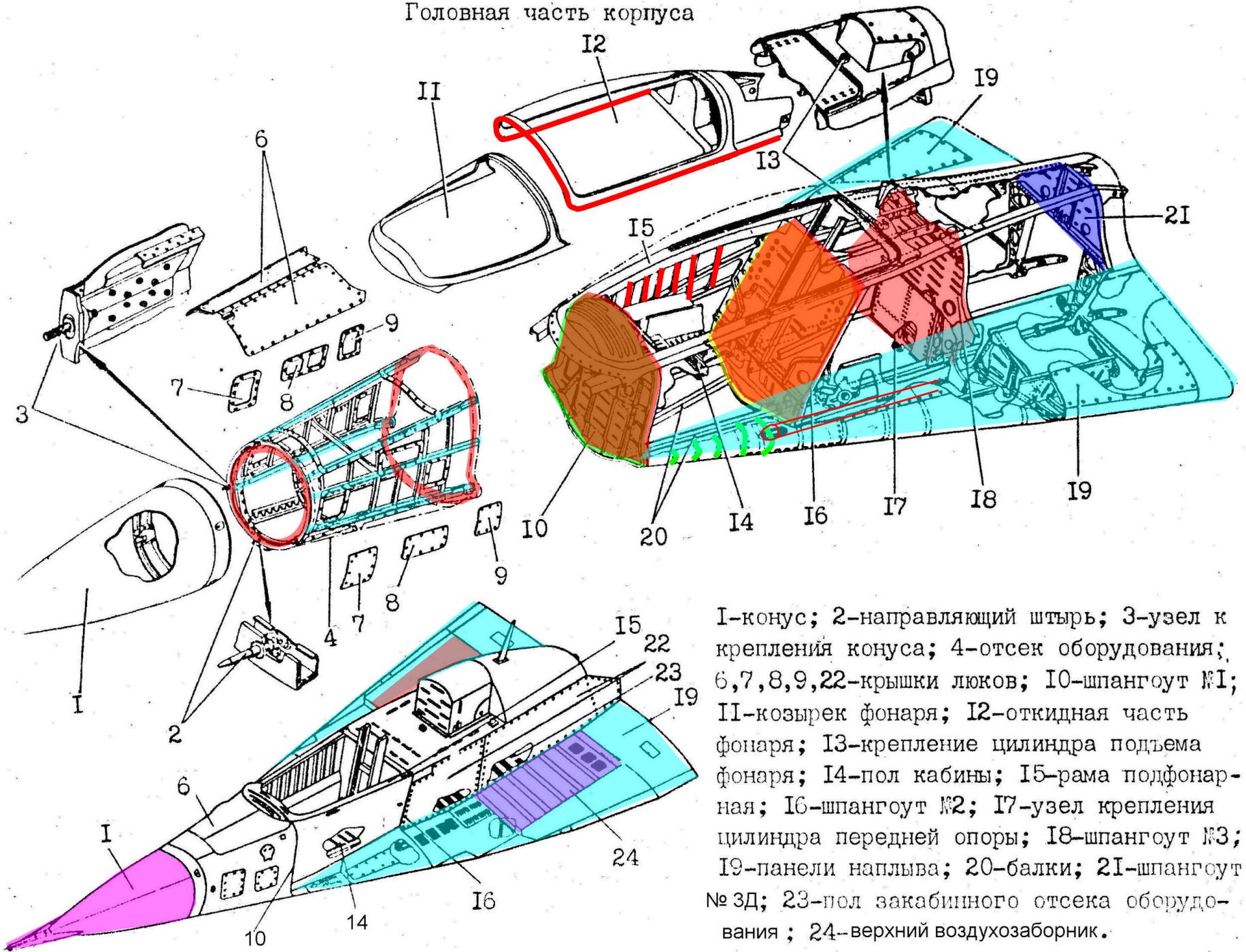
1 - конус; 2 - носовой отсек оборудования; 3 - откидная часть фонаря; 4 - бак № 1; 5 - закабинный отсек оборудования; 6 - бак № 2; 7 - отклоняемые носки крыла; 8 - бак № 3; 9 - закрылок; 10 - бак № 3А; 11 - отсек КСА; 12 - отсеки двигателей; 13 - киль; 14,16 - руль направления; 15,17 - стабилизатор; 18 - элерон; 19 - крыльевой бак-кессон; 20 - воздухозаборник.





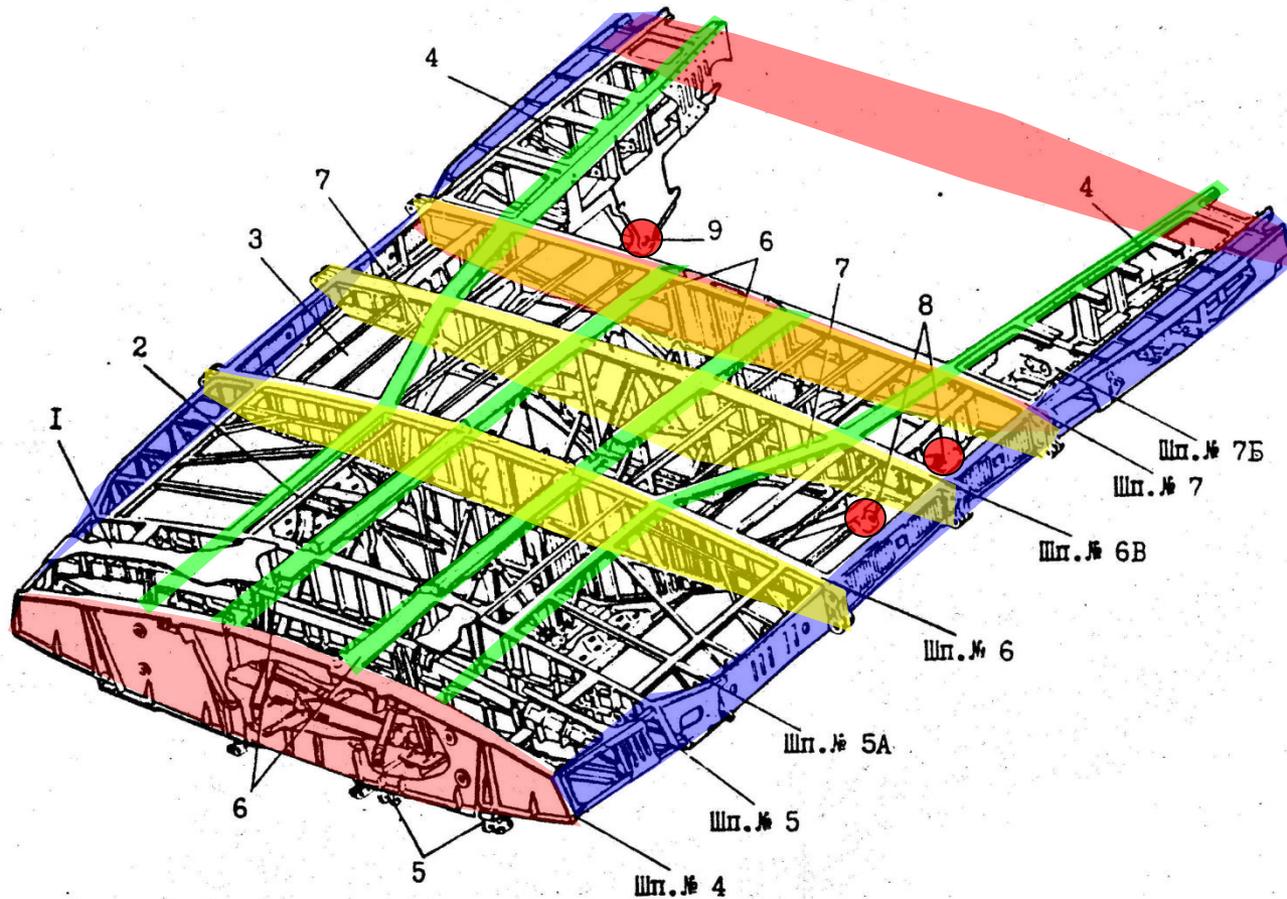
13-стабилизатор; 14-элерон; 16-кессон крыла; 17-капот двигателя; 18-отклоняемые носки; 19-основная опора шасси; 20-воздухозаборник и канал; 21-кабина и отсек оборудования; 22-передняя опора шасси; 23-носовой отсек оборудования; 24-конус.

Головная часть корпуса



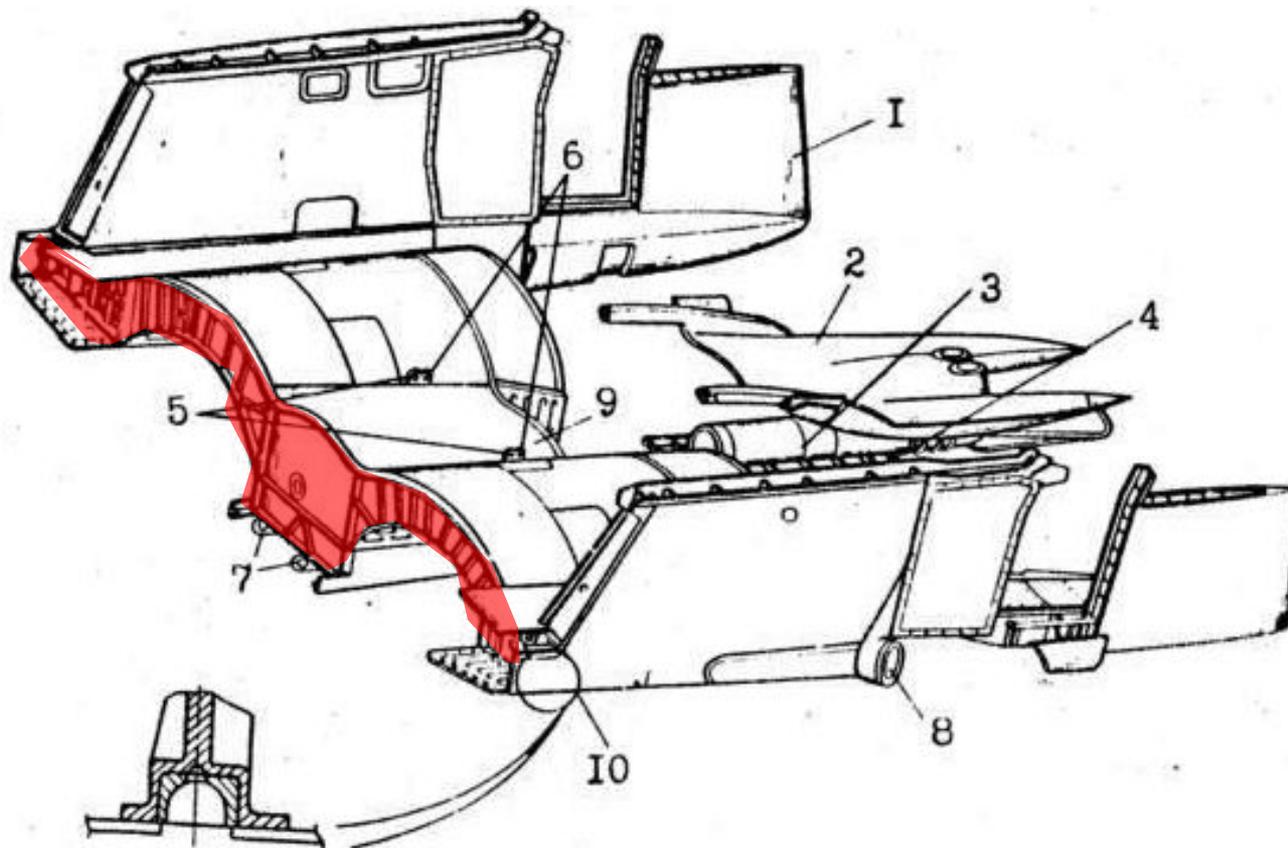
1-конус; 2-направляющий штырь; 3-узел крепления конуса; 4-отсек оборудования; 6,7,8,9,22-крышки люков; 10-шпангоут №1; 11-козырек фонаря; 12-откидная часть фонаря; 13-крепление цилиндра подъема фонаря; 14-пол кабины; 15-рама подфонарная; 16-шпангоут №2; 17-узел крепления цилиндра передней опоры; 18-шпангоут №3; 19-панели наплыва; 20-балки; 21-шпангоут №3Д; 23-пол закабинного отсека оборудования; 24-верхний воздухозаборник.

## Баковая часть корпуса

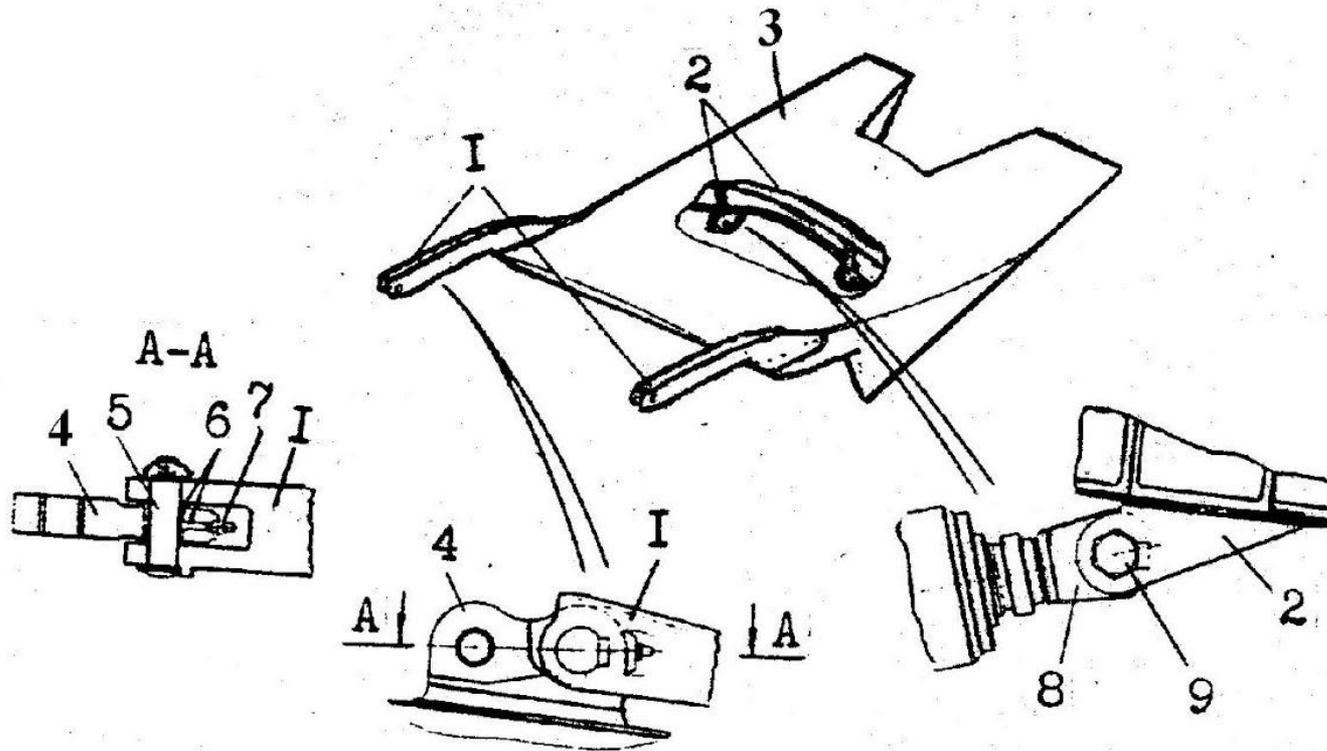


1 - бак № 1; 2 - бак № 2; 3-бак № 3; 4 - бак № 3А; 5 - узлы крепления СВЗ;  
6 - балка № 1; 7 - балка № 2; 8 - узел крепления главной опоры шасси;  
9 - узел крепления двигателя.

## Хвостовая часть корпуса

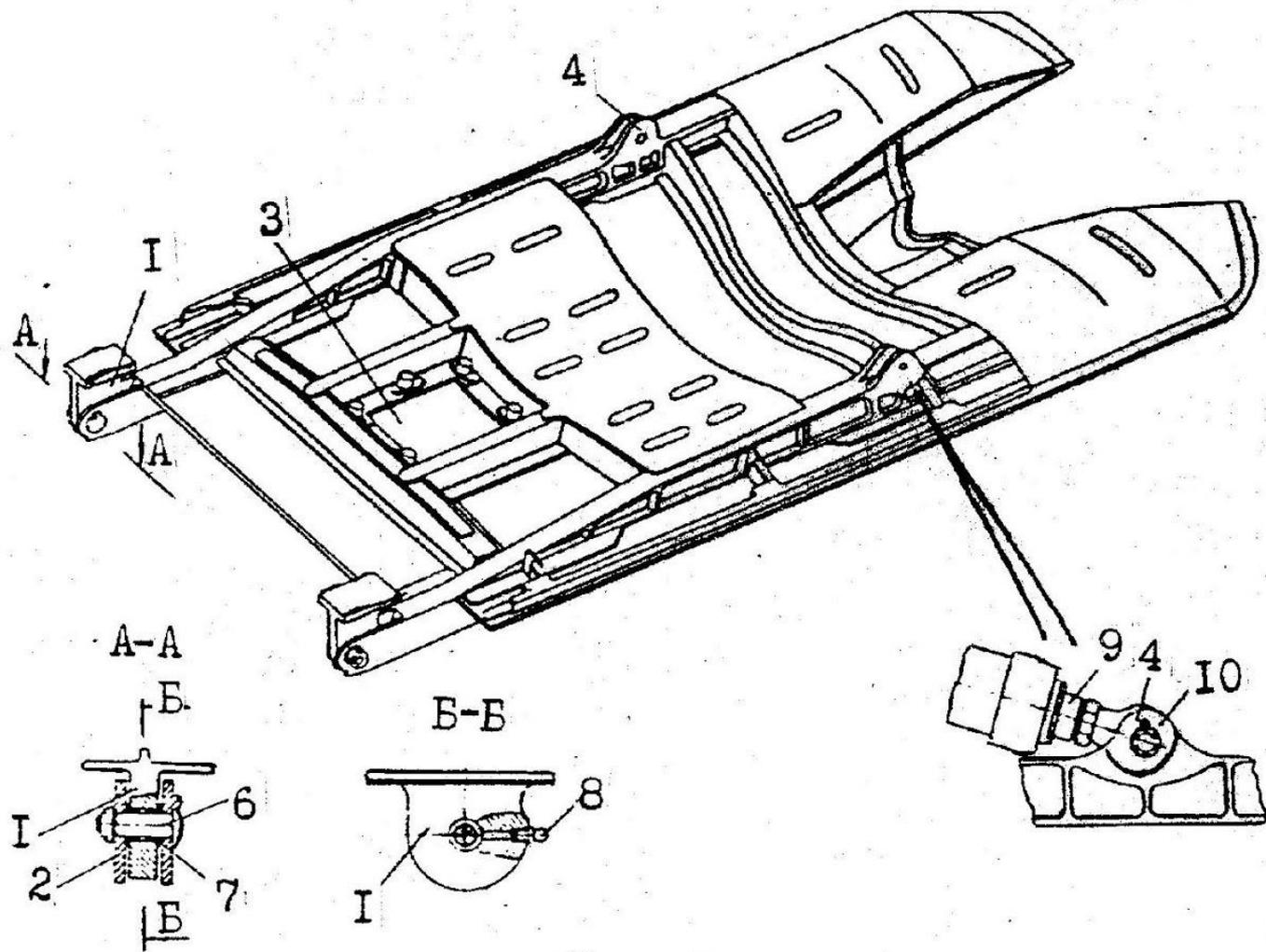


I-стекатель; 2-верхний тормозной щиток; 3-контейнер тормозного парашюта; 4-нижний тормозной щиток; 5-такелажные узлы; 6-узлы навески верхнего тормозного щитка; 7-узлы крепления подвесного фюзеляжного бака; 8-корневой узел крепления балки стабилизатора; 9-отсек оборудования; 10-узел под гидropодъемник.



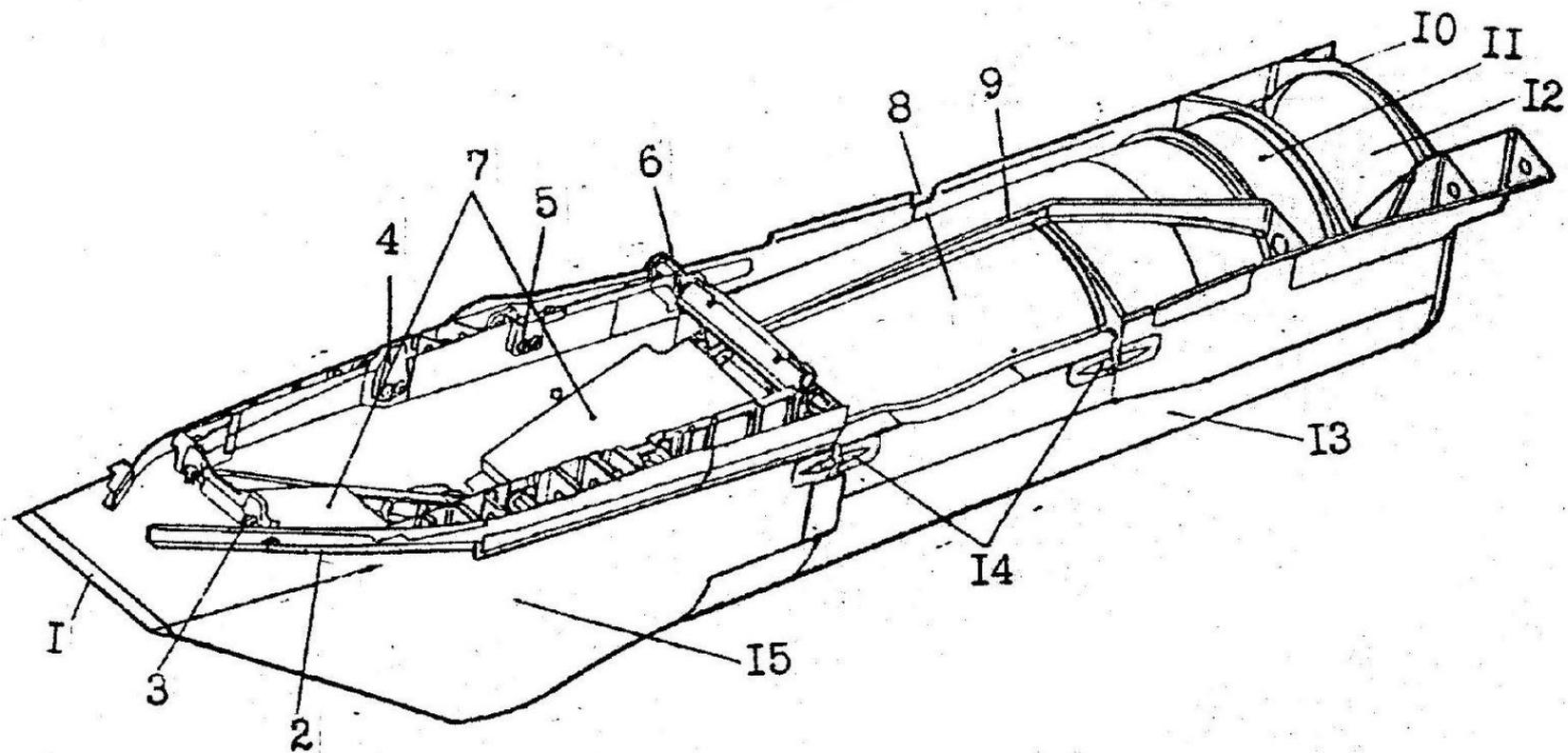
Верхний тормозной щиток

1—продольная балка с узлами подвески; 2—узлы крепления штоков гидроцилиндров; 3—обшивка; 4—такелажный узел; 5—болт с гайкой крепления тормозного щитка; 6—втулка; 7—масленка; 8—гидроцилиндр выпуска-уборки щитка; 9—болт узла крепления штока гидроцилиндра.

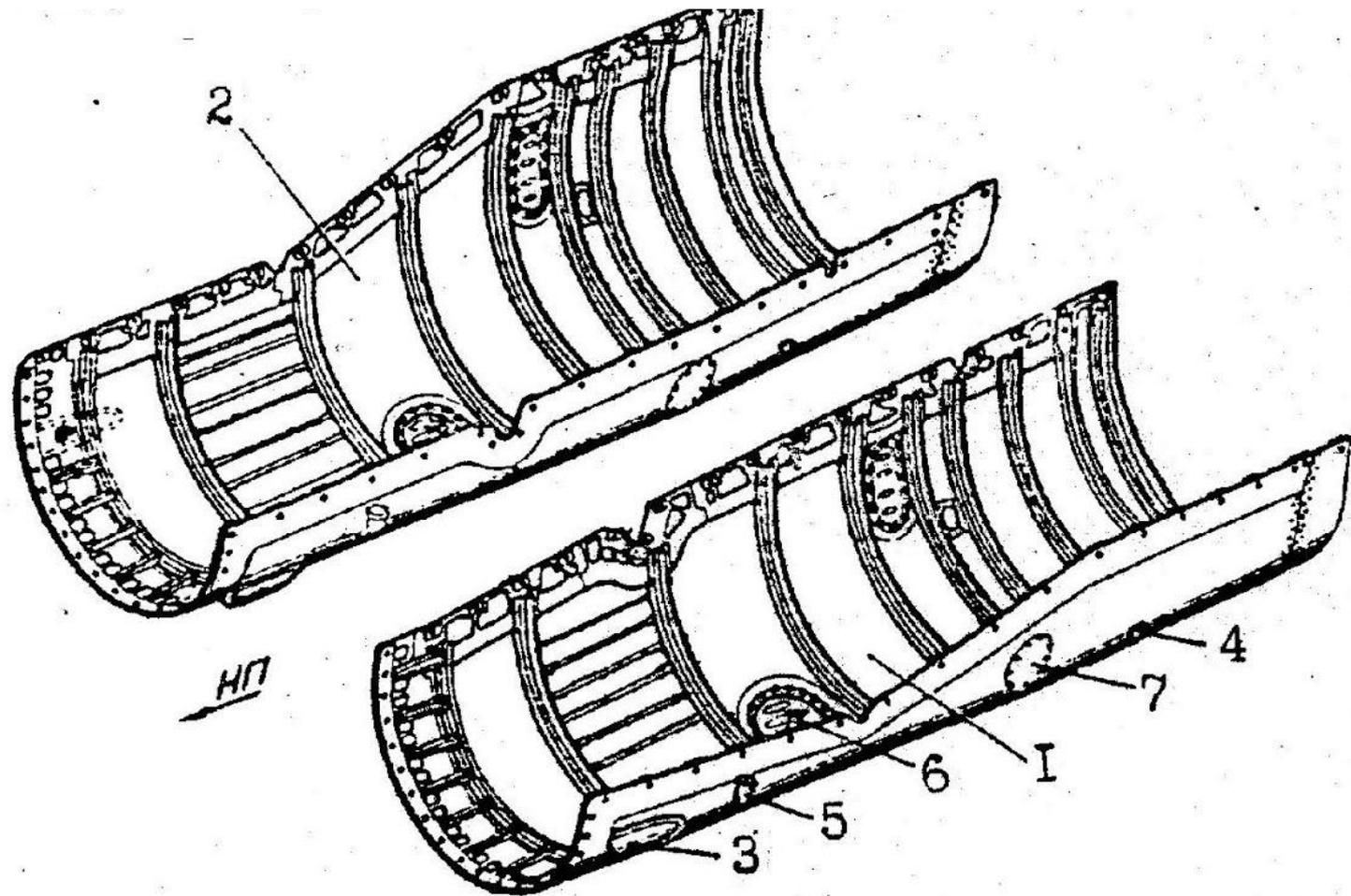


Нижний тормозной щиток

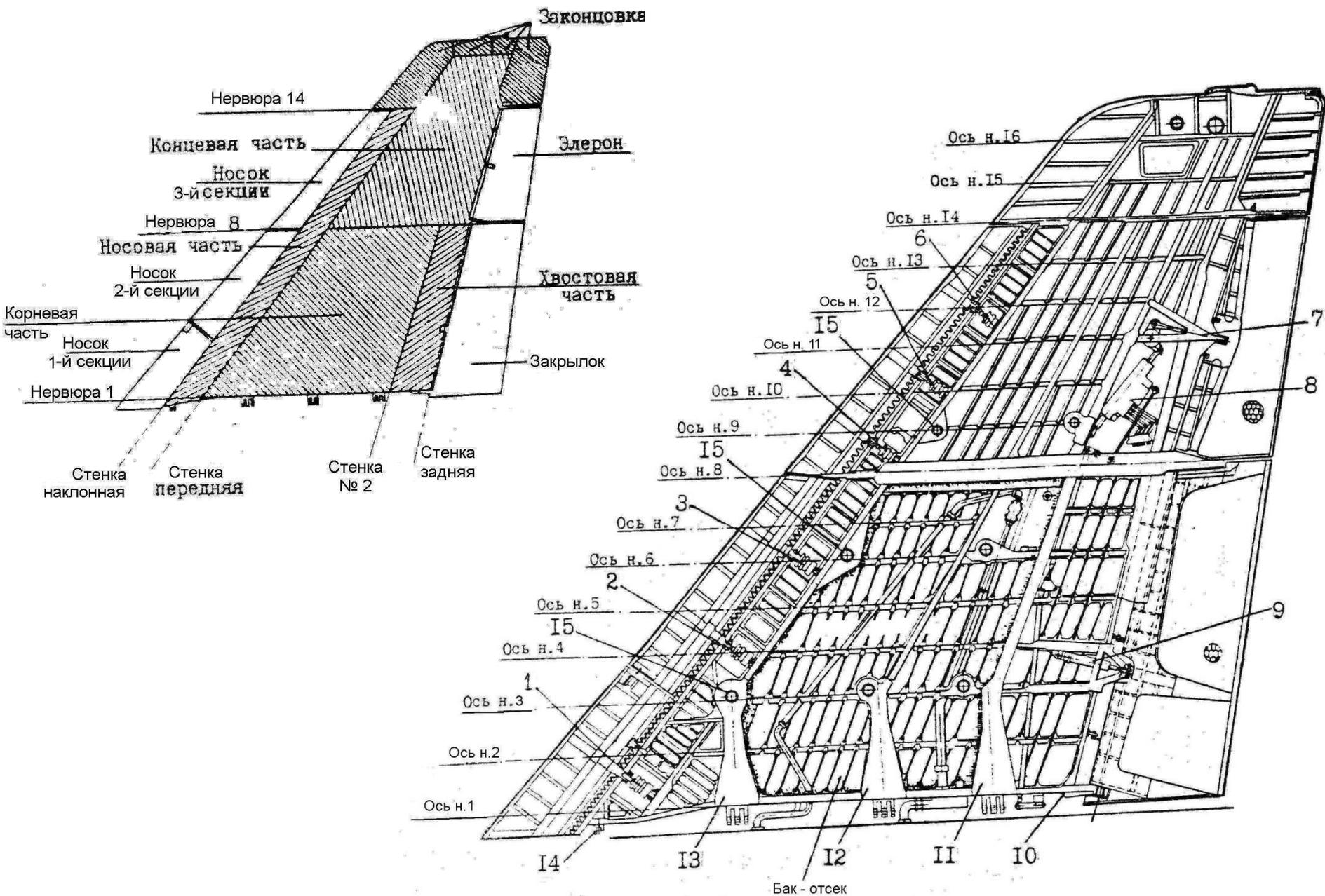
1-узел на шпангоуте; 2-продольная балка; 3-крышка люка для подхода к замку тормозного парашюта; 4-узел крепления штока гидроцилиндра; 5-обшивка; 6-болт с гайкой крепления тормозного щитка; 7-втулка; 8-масленка; 9-силовой гидроцилиндр; 10-болт с гайкой крепления штока гидроцилиндра.



I-нож; 2-панели сливапограничного слоя; 3-узел крепления по шпангоуту 3Б; 4-узел крепления по шпангоуту 4; 6-узел крепления по шпангоуту 5; 7-створки клина; 8-труба канала; 9-профиль крепления к баку; 10-шпангоут №7; II-задняя часть трубы; I2-зона установки ВВР; I3-задняя часть воздухозаборника; I4-узлы навески главных стоек шасси; I5-передняя часть воздухозаборника.

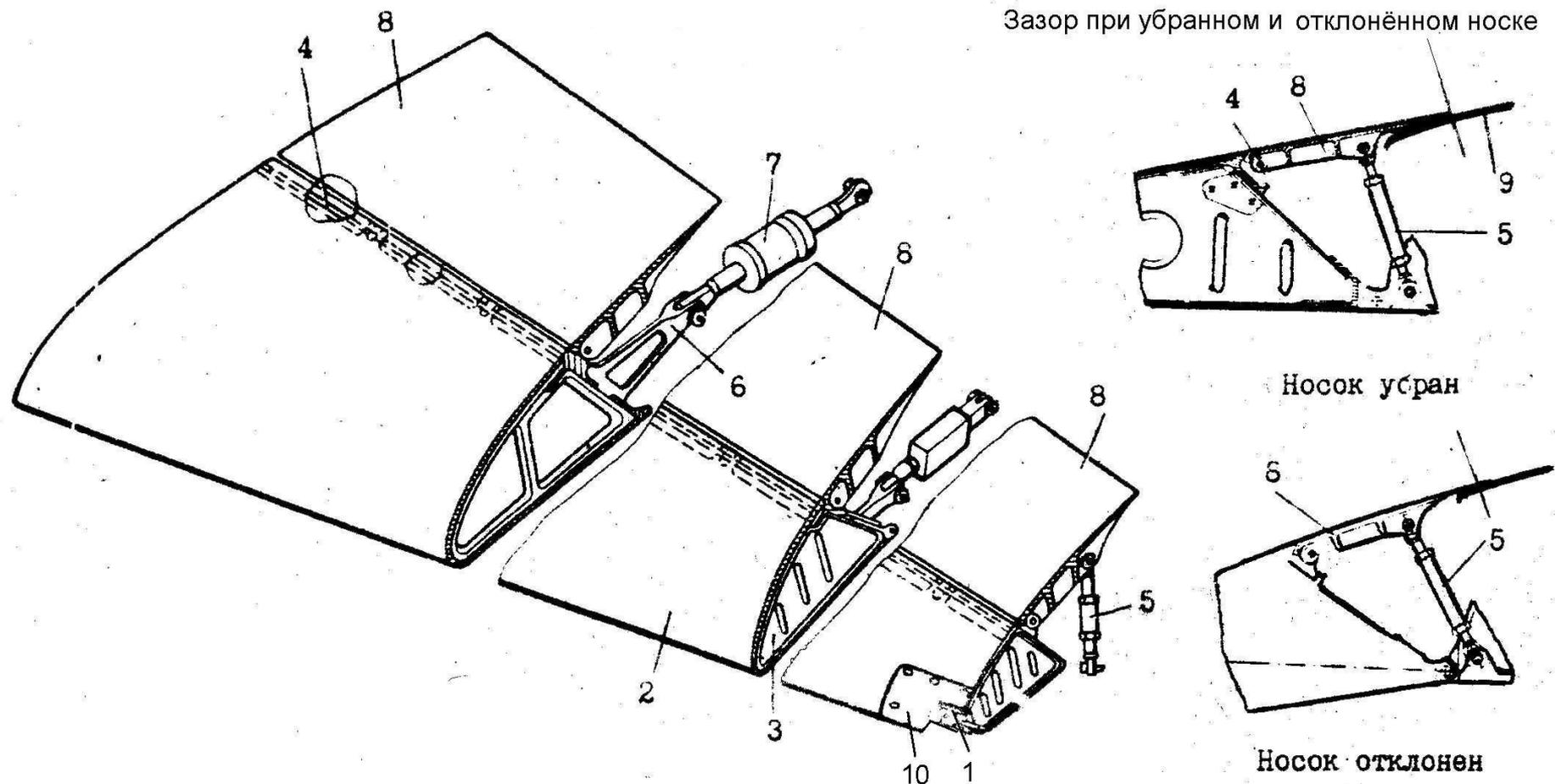


1-левый капот; 2-правый капот; 3-патрубок обдува отсека;  
 4-отверстия для патрубков сброса воздуха из опор двигателя;  
 5,6-дренаж; 7-люк для осмотра лопаток турбины.



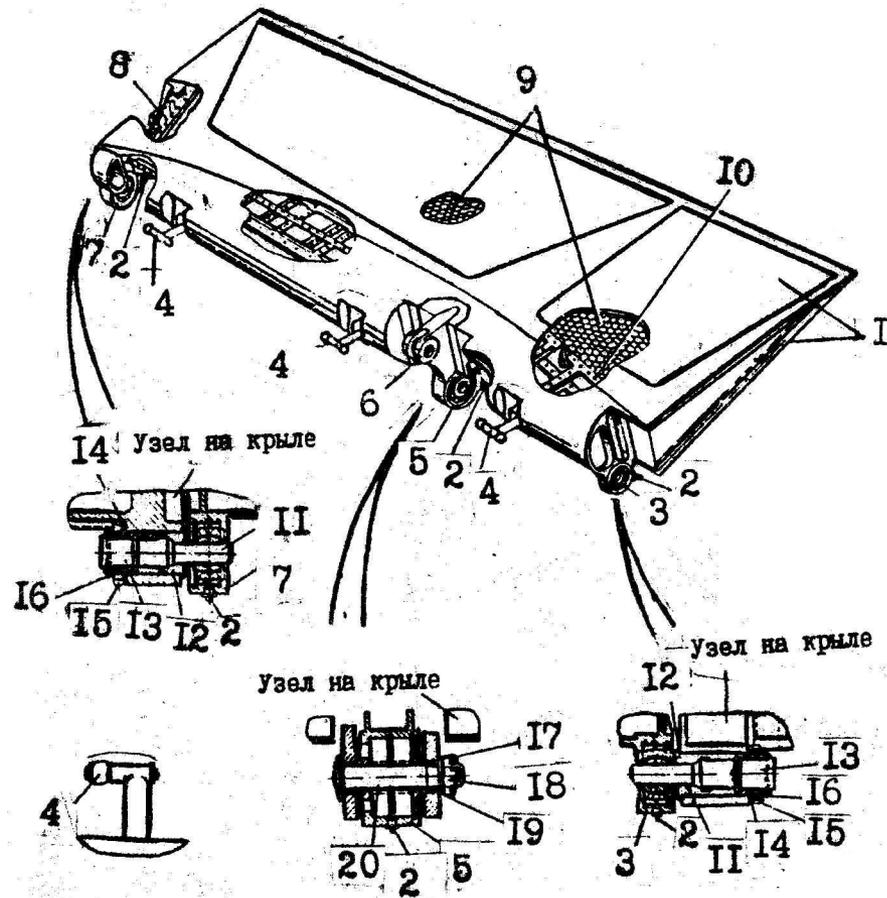
1...6 – гидроцилиндры носков; 7 – средний узел навески элерона; 8 – гидроусилитель элерона; 9 – гидроцилиндр закрылка; 10 – задний узел стыковки крыла; 11 – лонжерон № 3; 12 – лонжерон № 2; 13 – лонжерон № 1; 14 – передний узел стыковки крыла; 15 – узлы спецподвесок и подвесных крыльевых топливных баков (у нервюры № 3)

# Отклоняемые носки



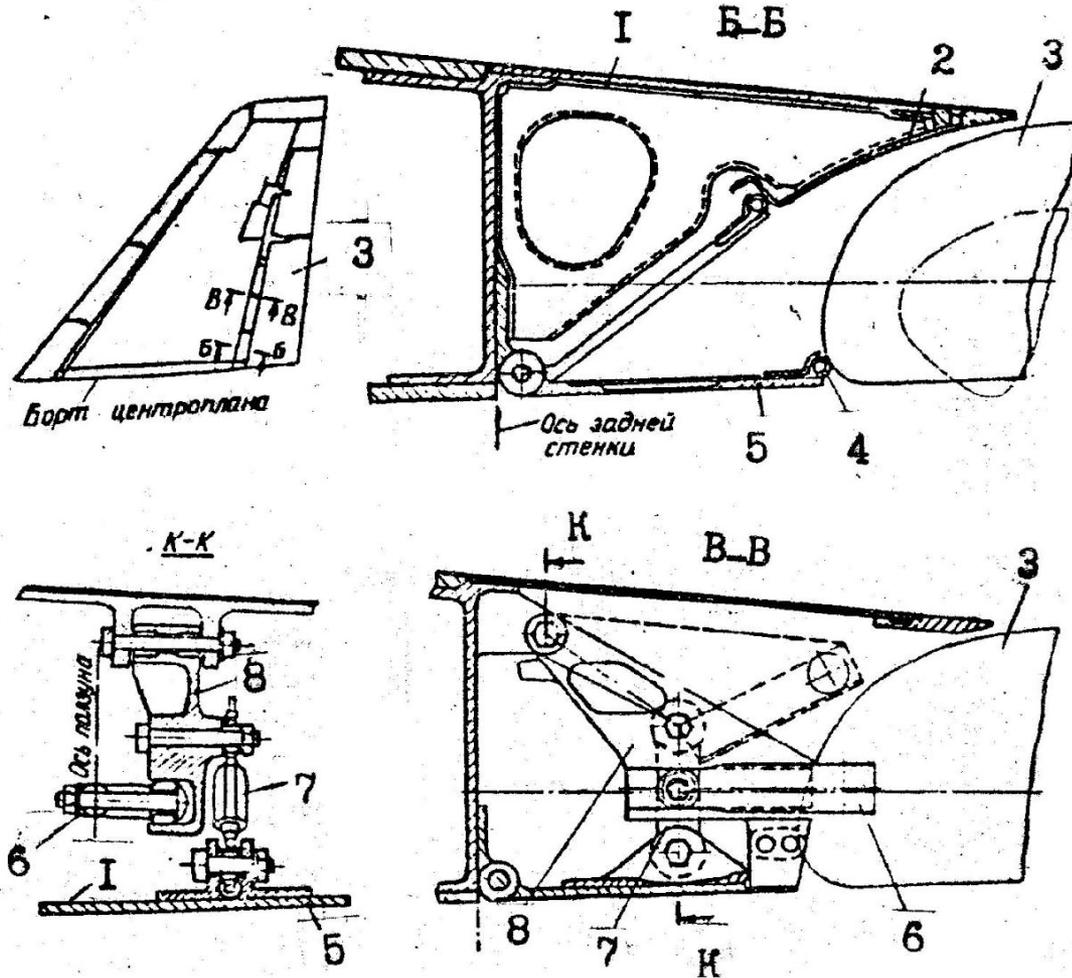
1-палец; 2-обшивка носка; 3- диафрагма; 4-шомпол; 5-тяга; 6-кронштейн; 7-гидроцилиндр; 8-пластина; 9-обшивка крыла; 10-лючок.

# Закрылок



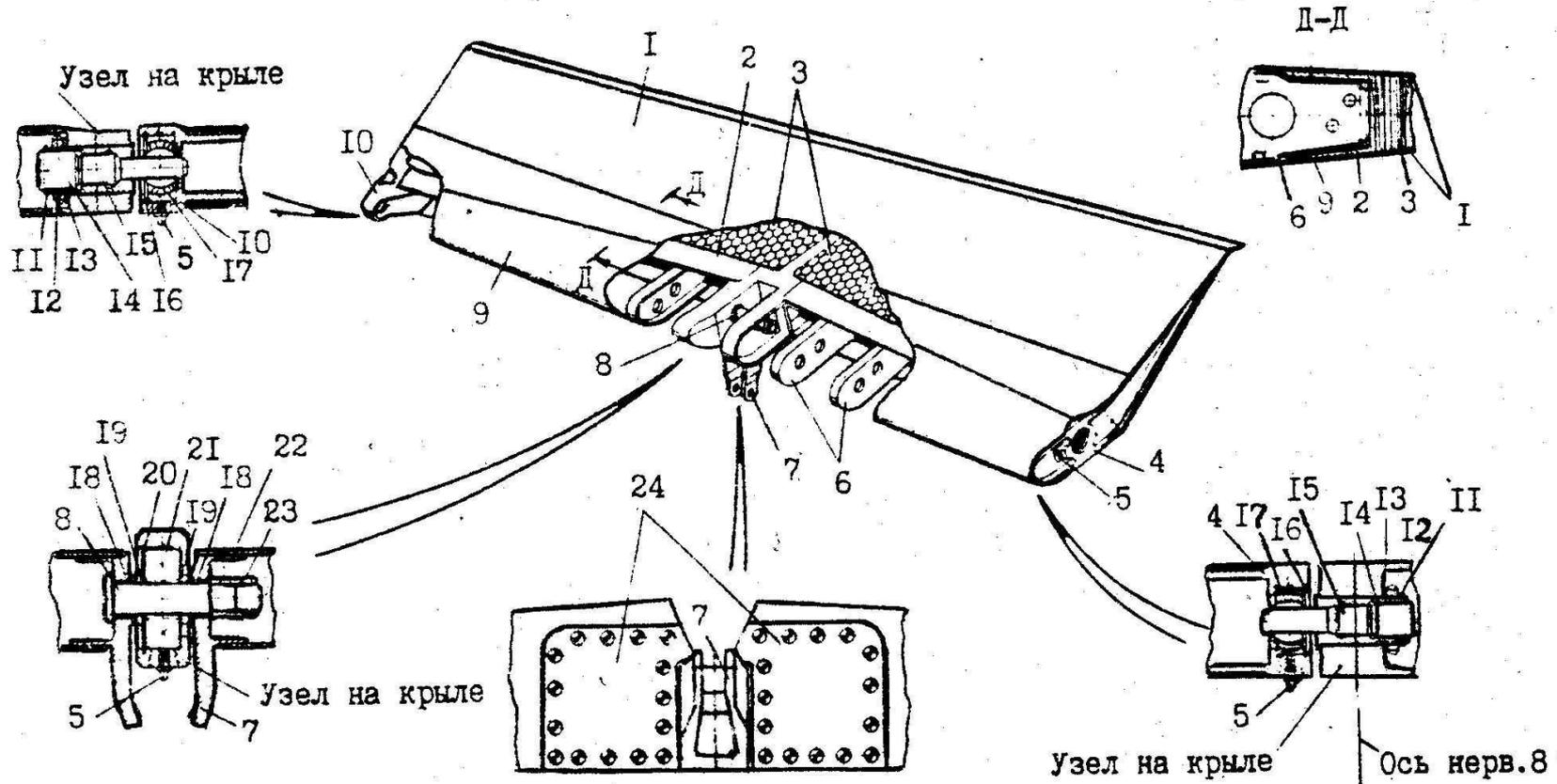
- 1-обшивка; 2-масленка; 3-корневой узел подвески;  
 4-ползун; 5-средний узел подвески; 6-узел крепления  
 штока гидроцилиндра; 7-концевой узел подвески;  
 8-концевая нервюра; 9-сотовый блок; 10-задняя стенка  
 11-палец; 12-втулка; 13, 15, 18,-гайка; 14, 19-шайба;  
 16, 17-шплинт; 20-болт; 21-ролик ползуна.

# Щиток закрылка

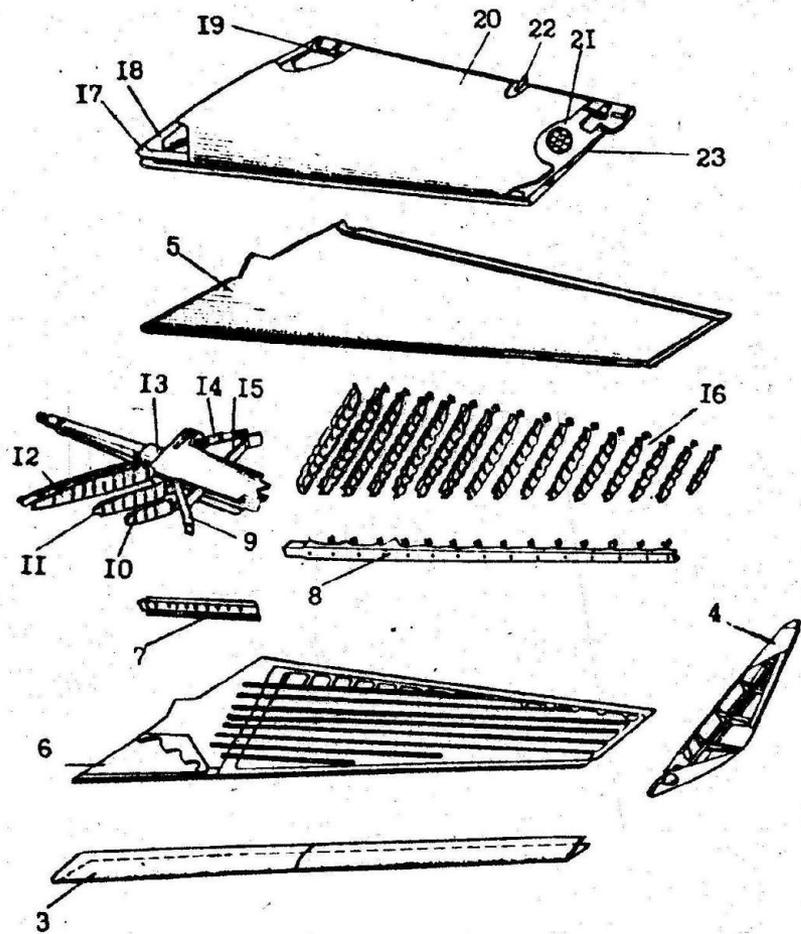


- 1-диафрагма; 2-зашивка; 3-закрылок; 4-бульба-профиль; 5-щиток;  
6-ползун; 7-звено; 8-качалка

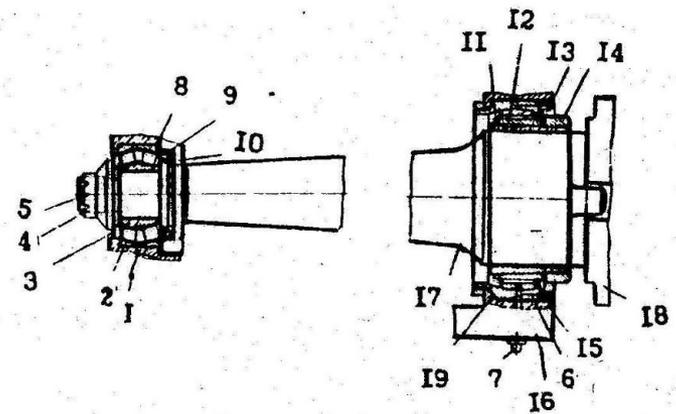
# Элерон



I-обшивка; 2-лонжерон; 3-сотовый блок; 4-корневой узел подвески; 5-масленка; 6-диафрагма; 7-средний узел подвески; 8-болт среднего узла подвески; 9-носок; 10-концевой узел подвески; II-шпинт; 12, 14, 23-гайка; 13, 19-шайба; 15-палец; 16, 20-стопорное кольцо; 17, 21-подшипник; 18, 22-втулка; 24-крышка люка

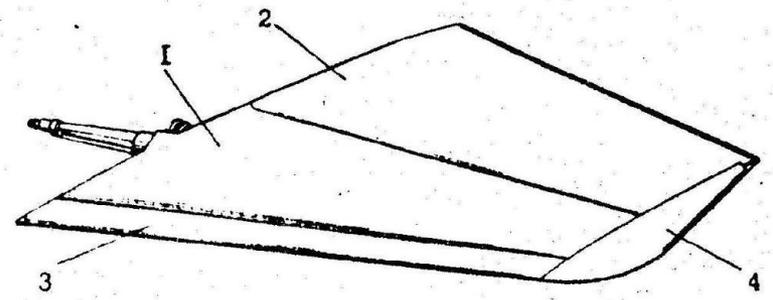


Стабилизатор (левая половина)  
 1-центральная часть стабилизатора; 2-задняя часть стабилизатора; 3-нос; 4-за-  
 концовка; 5-верхняя панель; 6-нижняя па-  
 нель; 7,8-передний стрингер; 9-балка;  
 10-нервюра №1Б; 11-нервюра №1Б; 12,14,18  
 бортовые нервюры; 13-балка стабилизатора;  
 15-нервюра №1А; 16-нервюры с №1 по №16;  
 17-лонжерон; 19-вкладыш; 20-сотовый блок; 22-кромочейны разрядников; 23-концевая нервюра.

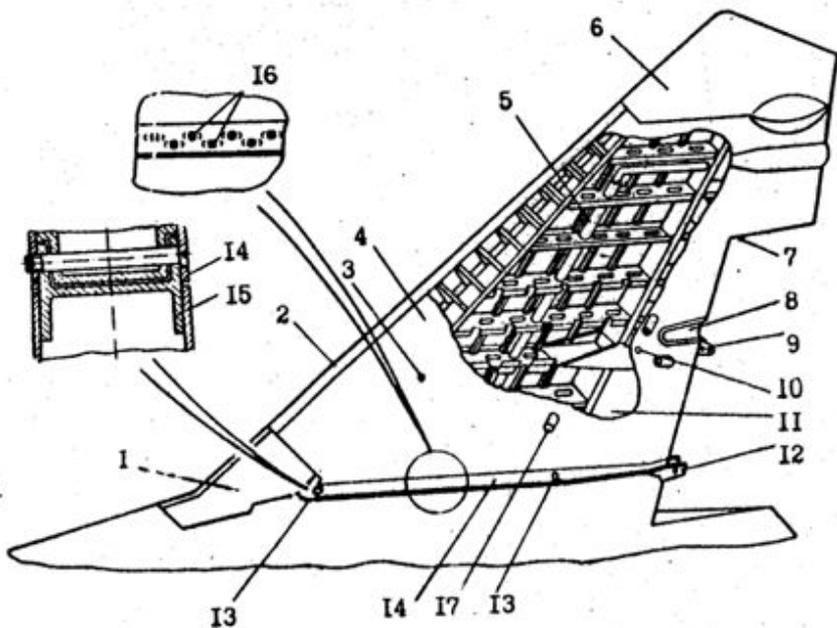


Крепление балки стабилизатора  
 узлов шпангоутов №9 и 10

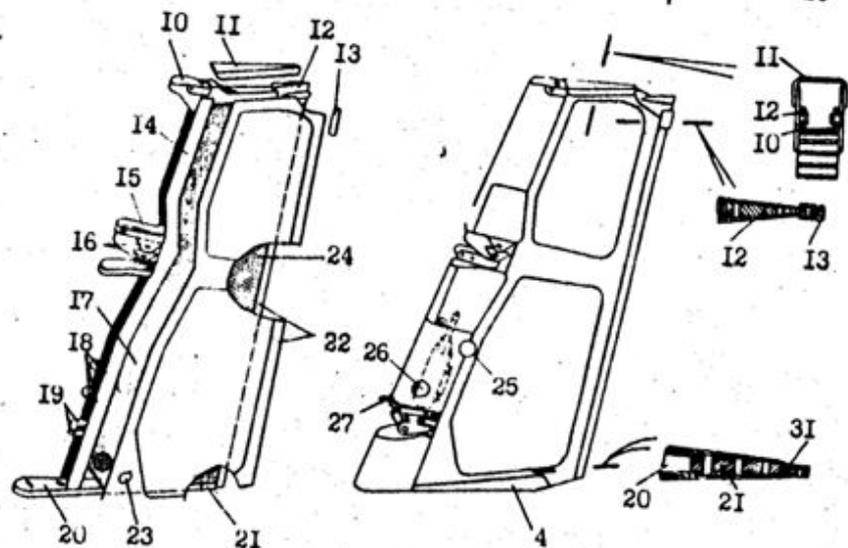
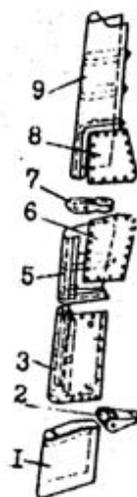
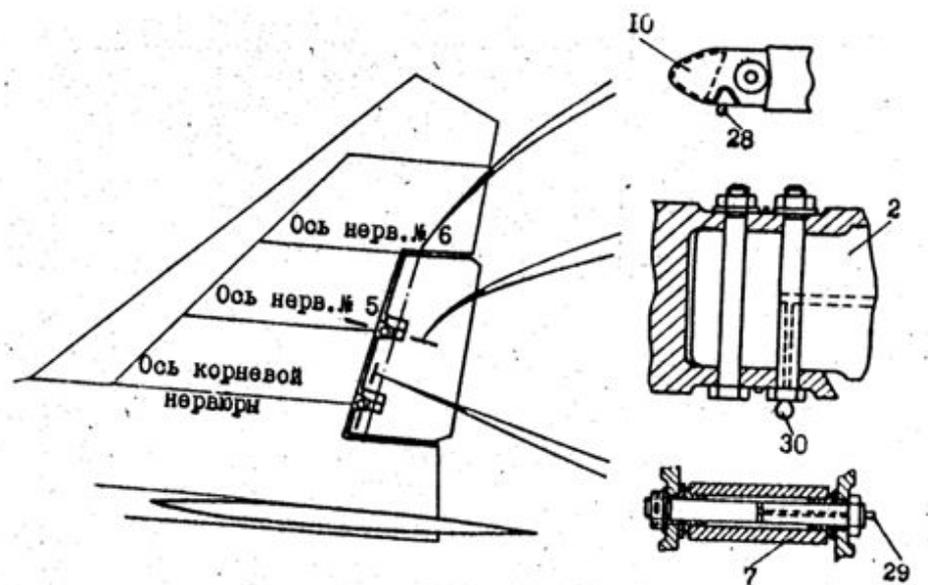
1-узел шпангоута №9; 2-наружная обойма подшипника;  
 3-внутренняя обойма подшипника; 4-гайка хвостовика  
 балки; 5-контровка; 6-сферическое кольцо; 7-мас-  
 ленка; 8-крепежное кольцо; 11-конусная втулка;  
 12-подшипник; 13-контровочная шайба; 14-гайка конус-  
 ной втулки; 15-гайка подшипника; 16-узел шпангоута  
 № 10; 17-балка стабилизатора; 18-упорная шайба;  
 19-втулка.



1-центральная часть стабилизатора; 2-задняя часть стабилизатора; 3-нос; 4-за-  
 концовка; 5-верхняя панель; 6-нижняя па-  
 нель; 7,8-передний стрингер; 9-балка;  
 10-нервюра №1Б; 11-нервюра №1Б; 12,14,18  
 бортовые нервюры; 13-балка стабилизатора;  
 15-нервюра №1А; 16-нервюры с №1 по №16;  
 17-лонжерон; 19-вкладыш; 20-сотовый блок; 22-кромочейны разрядников; 23-концевая нервюра.



1-носик корневой части; 2-носик кия; 3, 10-такелажные узлы; 4-обшивка из композиционного материала; 5-труба для электрожгутов; 6-законцовка; 7-верхний узел навески руля направления; 8-ниша для тяги рулевого привода; 9-средний узел навески руля направления; 11-отсек для рулевого привода; 12-нижний узел навески руля направления на килевой надстройке; 13-установочный болт; 14-стыковочная лента; 15-подкилевая нервюра; 16-болты крепления кия; 17-лючки подхода к узлам качалок;



1, 5, 9, 22-обшивка; 2, 7-серьга; 3, 6, 8-крышка; 4-нижняя панель; 10, 12-кронштейн; 11-верхняя стенка; 13-скоба; 14-лонжерон; 15-средний узел навески руля направления; 16-узел крепления тяги рулевого привода; 17-лонжерон; 18-узел крепления демпфера; 19-нижний узел крепления руля; 20-нервюра; 21, 23-вкладыш; 24-соединительный блок; 25-окно контроля зарядки демпфера; 26-демпфер; 27-поводок; 28, 29, 30-масленка; 31-прокладка