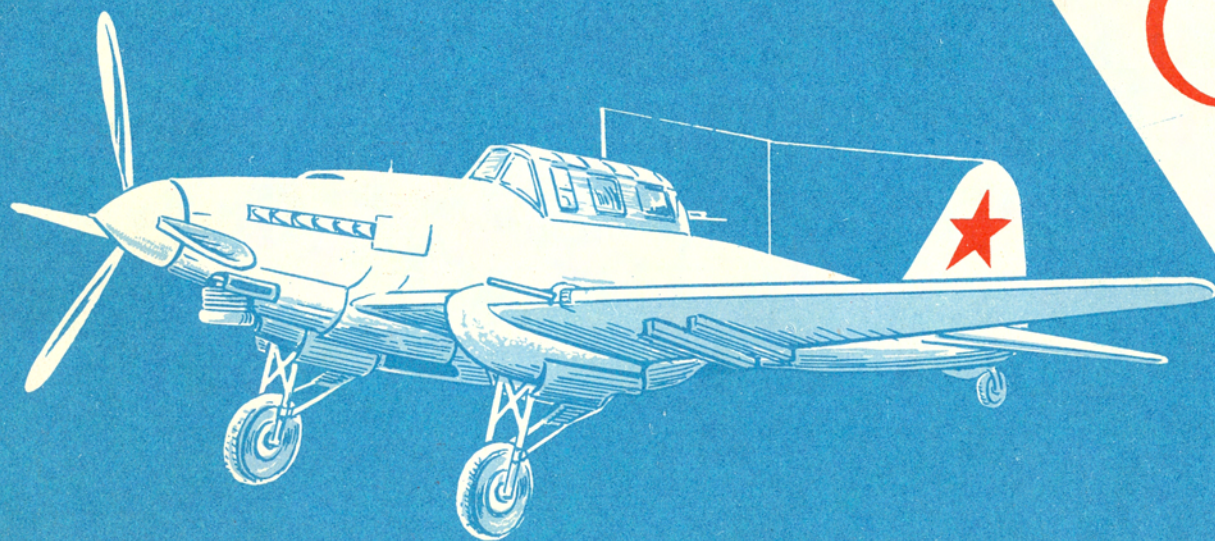


А. И. ТАЛЛЕР

ИЛ-2



САМОЛЕТ  
И  
МОДЕЛЬ



А. И. ТАЛЛЕР

# ИЛ-2. САМОЛЕТ И МОДЕЛЬ

Москва  
Ордена «Знак Почета»  
Издательство ДОСААФ СССР  
1978



6Т5.5  
Т16

Таллер А. И.

Т16 Ил-2. Самолет и модель. — М.: ДОСААФ, 1978.  
— 32 с., ил.  
35 коп.

В альбоме рассказано об истории создания штурмовой авиации, приведены подробное техническое описание и чертежи штурмовика Ил-2, даны рекомендации по постройке точной модели-копии этого известного фронтового самолета.  
Рассчитан на спортсменов-авиамodelистов.

31808—084  
И 072(02)—78 100—78

6Т5.5

Абрам Иосифович ТАЛЛЕР  
ИЛ-2. САМОЛЕТ И МОДЕЛЬ.

Редактор В. В. Щеглов.  
Художник Р. Э. Высоцкий.  
Художественный редактор Т. А. Хитрова.  
Технический редактор С. А. Бирюкова.  
Корректор В. Д. Синева.

© Издательство ДОСААФ СССР, 1978 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Вместо предисловия . . . . .	3
Из истории создания самолета Ил-2 . . . . .	4
Техническое описание самолета Ил-2 . . . . .	6
Рекомендации моделисту по постройке модели-копии штурмовика Ил-2	10
Технология изготовления модели с учетом некоторых особенностей конструкции Ил-2 . . . . .	13
Полет модели . . . . .	16
Литература . . . . .	16
Рабочие чертежи . . . . .	17

ИБ № 503

Г-11533. Сдано в набор 16.03.77. Подписано в печать 23.05.78. Изд. № 2/883.  
Формат 90Х60/8. Бумага офсетная № 1. Литературная гарнитура. Высокая  
печать. Тираж 36 000 экз. Зак. 7-267. Цена 35 коп. Усл. п. л. 0,840. Уч.-изд.  
л. 4,035. Ордена «Знак Почета» Издательство ДОСААФ СССР. 129110, Москва,  
И-110, Трифоновская ул., д. 34

Харьковская книжная фабрика «Коммунист» республиканского производствен-  
ного объединения «Полиграфкнига» Госкомиздата УССР. 310012. Харьков-12.  
Энгельса, 11.



## ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ

Изготовление летающих моделей-копий самолетов — это хорошая школа для подготовки будущих авиаконструкторов, летчиков, инженеров. Моделями-копиями чемпионатного класса являются кордовые модели-копии категории F-4B и радиоуправляемые — категории F-4C.

В авиамodelьном спорте класс F-4 требует глубокого изучения самолета-прототипа и дает возможность моделисту попробовать себя в качестве конструктора, технолога, рабочего разных профессий и, наконец, летчика-испытателя. Приходится решать сложные конструкторские задачи по размещению механизмов, обеспечивающих безотказную уборку и выпуск шасси, выпуск и уборку щитков, сброс бомб, управление мотором и тормозами. Только математические расчеты размеров модели, необходимой мощности двигателя, веса и центровки позволят избежать конструктивных ошибок. В противном случае для обеспечения центровки приходится загружать нос или хвост модели добавочным грузом, что приводит к завышению веса и ухудшению летных качеств. При работе над моделью необходимо быть высококвалифицированным столяром-модельщиком, первоклассным слесарем и токарем, уметь совмещать профессии художника и опытного маляра.

С каждым годом требования к моделям-копиям повышаются. Безусловное и точное выполнение размеров должно сочетаться с тщательным воспроизведением кабины, внешних мелких деталей, расшивки листов и имитацией клепок. Эти требования могут быть выполнены лишь при наличии подробных чертежей масштабом не менее 1:72 (согласно правилам соревнований по авиамodelьному спорту). Более удобным для снятия размеров с чертежа является масштаб 1:50 для общих видов и 1:25 для приборных досок и узлов.

Когда модель будет готова, необходимо проверить на земле работу всех механизмов, провести нивелировку и проверку центровки, затем заправить горючим и опробовать на всех режимах двигатель. Для радиоуправляемых моделей-копий, особенно копий с костыльным колесом, необходимо выполнить несколько рулежек для проверки устойчивости при взлете. Кордовые модели следует проверить на выполнение рулежек и подлетов. Только после такой подготовки модель выпускается в первый полет, который выполняется без уборки шасси и выпуска щитков. Это делается с целью проверки ее устойчивости в свободном полете или на корде. От опытности моделиста-пилота зависит сохранение модели во время испытаний, на изготовление которой, как правило, уходит 2—2,5 года. Испытания проводятся до тех пор, пока не будут устранены причины, искажающие нормальный полет (крутое планирование, задиранье носа, крены).

В последние годы, выступая на всесоюзных и международных соревнованиях с моделями-копиями, наши авиамodelисты завоевали ряд призовых мест, среди них мастера спорта СССР: В. Пильтенко из г. Киева (кордовая модель-копия Пе-2), А. Павленко из г. Новосибирска (кордовая модель-копия Як-9Б), А. Лысенков из г. Горького (кордовая модель-копия Ил-14), Е. Мосяков из Москвы радиоуправляемая модель-копия УТ-2), С. Потапов из команды ВВС (радиоуправляемая модель-копия Литл-ТООТ). Мастер спорта СССР международного класса Ю. Крылов из г. Ярославля (кордовая модель-копия Ил-2) и мастер спорта СССР В. Борзов из г. Ставрополя (кордовая модель-копия Ил-10) неоднократно занимали первые места на всесоюзных соревнованиях.

В 1974 году мы были свидетелями блестящей победы киевских авиамodelистов Б. Красноруцкого и В. Крамаренко на первенстве мира в США по кордовым моделям-копиям. Кордовая модель-копия самолета Ан-14М с оригинальными десятикубовыми двигателями конструкции Б. Красноруцкого заняла первое место и была отмечена особым призом за оригинальную конструкцию двигателей (горизонтальное расположение цилиндров позволило установить двигатели без нарушения контура мотогондол). Модель вызвала большой интерес у спортсменов и зрителей.

В настоящее время строительством моделей-копий самолетов времен Великой Отечественной войны увлекается все больше моделистов. Они с успехом строят модели самолетов Ильюшина, Яковлева, Лавочкина, Петлякова, Микояна и Гуревича, Поликарпова, Туполева, Сухого, Архангельского и других советских конструкторов. Но постройка модели — огромный труд, полное удовлетворение которым будет лишь при неукоснительном выполнении требований, предъявляемых к моделям-копиям «Правилами проведения соревнований по авиамodelьному спорту в СССР»\*. Участнику соревнований необходимо выполнить следующие пункты этих Правил:

### 1. Документация.

Точный чертеж самолета-прототипа в трех проекциях в масштабе не менее 1:72, по которому производилось выполнение рабочих чертежей модели-копии. Чертеж самолета должен быть взят из официального печатного издания с изображением кабины, шасси, указанием окраски и опознавательных знаков. Воспроизведение деталей, отсутствующих на чертеже, судьями не оценивается.

\* «Правил проведения соревнований по авиамodelьному спорту в СССР» в дальнейшем тексте именуется просто — Правила.



Три фотографии или репродукции изображения самолета-прототипа.

Две масштабные линейки: одна для замеров на чертеже, другая для замеров на модели. Длина линеек должна быть не менее самого большого размера чертежа и модели соответственно.

## 2. Требования к модели.

Отклонения в размерах модели не должны превышать 1%.

Никакие части модели, кроме винта и кока, не могут быть заменены в период между стендовой оценкой и полетом.

Для совершения полета модели спортсмен может использовать воздушный винт любой формы и диаметра, при этом размер и форма кока не должны меняться.

Запрещается использование металлических винтов.

Поощряется использование глушителя. Если глушитель не вписывается в контур модели и используется только для полета, — оценка за него не снижается. Если глушитель вписывается в контур модели, участник может получить дополнительные очки за изобретательность.

Запрещается использование взрывчатых веществ.

## 3. Технические требования к моделям-копиям:

	кордовым	радиоуправляемым
максимальная площадь несущих поверхностей	150 дм <sup>2</sup>	150 дм <sup>2</sup>
максимальный вес с топливом		
одномоторных	5 кг	5 кг
многомоторных	7 кг	5 кг
максимальная нагрузка	150 гс/дм <sup>2</sup>	100 гс/дм <sup>2</sup>
максимальный объем двигателя		
одномоторных	10 см <sup>3</sup>	10 см <sup>3</sup>
многомоторных	20 см <sup>3</sup>	10 см <sup>3</sup>

4. Корда должна быть длиной не более 21,5 м и не менее 12 м.

5. Вся совокупность системы управления (рукоятка, нити управления и детали управления самой модели) должна выдерживать натяжение, равное десятикратному весу модели, но не более 35 кг.

6. Использование радиоустройств для реализации команд на кордовых моделях не допускается.

## ИЗ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ САМОЛЕТА Ил-2

Штурмовые действия авиации по живой силе противника известны с первых годов ее военного применения. В нашей стране формирование подразделений штурмовой авиации — эскадрилий, групп и даже бригад — относится к 1926 году. Но специализированных самолетов-штурмовиков в то время еще не было, летали на модернизированных самолетах-разведчиках (Р-5Ш), истребителях (И-153) и др.

В 30-е годы отечественные и зарубежные конструкторы пытались создать специализированный самолет-штурмовик, но все их попытки успеха не имели. В январе 1938 года ОКБ во главе с главным конструктором С. В. Ильюшиным, учтя опыт предшественников, взялось за разработку такого самолета.

Позднее Сергей Владимирович Ильюшин рассказывал об этом так:

«...Нам было ясно, что Военно-Воздушные Силы в основном будут использованы в совместных операциях с наземными армиями и Военно-Морским Флотом. Поэтому наша конструкторская мысль нацеливалась на то, чтобы авиационная техника могла наиболее эффективно помочь наземным войскам Красной Армии.

Предо мною встала задача: сконструировать самолет, который бы наиболее полно и эффективно мог быть использован Красной Армией в ее операциях. Из этой ясной и простой установки вытекали условия, в которых должен работать такой самолет, и цели, которые он должен

поражать. Такими целями должны быть живая сила и техника врага: танки, автомашины, артиллерия всех калибров, пулеметные гнезда, инженерные сооружения и так далее.

Для этого необходимо, чтобы самолет имел разнообразное вооружение: пушки, пулеметы, бомбы (различных калибров), а также установки для ракетных снарядов. Чтобы разыскать на земле и эффективно поразить такие цели, как живая сила, танки, автомашины, отдельные орудия и пулеметные расчеты, да к тому же еще и замаскированные, необходимо, чтобы самолет летал очень низко над землей — на высоте от 10 до 500 метров. Но при низком полете над землей самолет будет подвергаться сильному обстрелу со стороны наземных войск врага, что вынудит его отказаться от атаки. Отсюда вытекало второе основное требование к самолету: сделать его бронированным. Совершенно очевидно, что забронировать самолет от всех видов оружия, могущего стрелять по самолету с земли, было нельзя, ибо даже танки, имеющие толстую броню, пробиваются соответствующими калибрами наземной артиллерии.

Возникла серьезная задача: с одной стороны, выбрать такой толщины броню, которая по своему весу не лишила бы самолет хороших маневренных и летных свойств, и, с другой — нужно было, чтобы броня могла защищать самолет от массового огня малокалиберного оружия



противника — винтовок, пулеметов и частично от малокалиберных пушек. Так в свое время возник самолет-штурмовик «Ильюшин-2».

«...Самая совершенная, но выпускаемая в малых количествах военная техника не может сыграть значительной роли в современной войне. Поэтому при конструировании «ила» мною были приняты все меры к тому, чтобы самолет был прост и приспособлен для массового производства, а также прост и доступен для массовой эксплуатации в боевых условиях.

Трудность заключалась не только в том, чтобы организовать массовый выпуск этих самолетов, но и в том, чтобы наладить новый вид производства сложной штампованной авиационной брони, составляющей основу броневых корпусов Ил-2.

Несмотря на высказывавшиеся сомнения в возможности организовать и освоить бесперебойное производство таких бронекорпусов, директор завода тов. Засульский и его ближайшие помощники тов. Свет и тов. Скляр с честью справились с технической стороной дела и быстро организовали массовый выпуск броневых корпусов Ил-2.

Освоение и внедрение в серию самолета Ил-2 было поручено одному из лучших предприятий Наркомата авиационной промышленности — заводу.

«...В феврале 1940 года, — вспоминает далее С. В. Ильюшин, — Ил-2 был готов. Можно было запускать его в серийное производство. Но тут и случилась заминка.

- Какая броня? — спрашивали военные.
- Шесть—двенадцать миллиметров.
- Слабая защита. Не годится.

Но они ошибались. Под прямым углом пули и снаряды действительно пробивали такие листы. Но ведь корпус был круглый. К тому же скорость штурмовика 120 м/с. Все это существенно повышало эффективность брони. За полгода до войны, в декабре 1940 года, началось массовое производство Ил-2...»

Много можно говорить об этом самолете и о боевых подвигах славных летчиков-штурмовиков — они достойны этого.

Предоставим слово дважды Герою Советского Союза, маршалу авиации Александру Николаевичу Ефимову. В своей книге «Над полем боя», вспоминая ратные подвиги 198-го штурмового авиаполка, в составе которого он совершил 222 боевых вылета на самолете Ил-2, маршал пишет:

«Одно из наиболее ярких впечатлений времен Великой Отечественной войны у нас, летчиков-штурмовиков, оставил самолет Ил-2.

...Эффект применения Ил-2 был обычно потрясающим. Стреляя из пушек и пулеметов, ракетных установок, сбрасывая сотни килограммов

бомб, Ил-2 сеяли панику в стане врага, уничтожали его живую силу и технику... Огневая мощь нашего Ил-2 была особенно необходима для борьбы с танками... К моменту начала боев на Курской дуге у нас в массовом количестве появились противотанковые авиационные бомбы кумулятивного действия, способные пробивать самую толстую танковую броню. ПТАБы мы сбрасывали на новейшие танки и самоходные установки врага, о неуязвимости которых особенно громко кричали гитлеровцы. Под ударами ПТАБов, сброшенных штурмовиками, горели хваленые «тигры», «пантеры» и «фердинанды» — тогдашние новинки гитлеровского вермахта. Горели под Курском и Орлом, в Белоруссии и Польше, под Будапештом и Берлином.

Наши наземные войска, используя результаты ударов штурмовиков, переходили в наступление, срывали контрудары противника и успешно преследовали его.

...Во время войны Ил-2 стал одним из самых популярных самолетов. Ни у наших союзников, ни у наших противников ничего похожего на самолет Ил-2 не было. У противника он вызывал ужас, у союзников — зависть и восхищение...».\*

Несколько слов о штурмовой авиации нашего противника — нацистской Германии. С начала войны против Советского Союза немцы использовали в качестве штурмовиков самолеты «Юнкерс-87» и «Фокке-Вульф-190». В 1943 году на нашем фронте появился немецкий бронированный двухмоторный одноместный самолет «истребитель танков» «Хеншель-129». Но из-за сравнительно слабого вооружения и низкой надежности в эксплуатации этот самолет большого успеха не имел.

Некоторые основные характеристики самолетов Ил-2 и Хш-129 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Самолет	Взлетный вес, кг	Максим. скорость, км/ч	Дальность полета, км	Вооружение			Количество выпущенных самолетов
				бомбовое	ракетное	стрелковое	
Ил-2	6360	410	765	400—600 кг	4 шт. РС-132	2 пушки 23-мм 2 пулемета 7,62-мм 1 пулемет 12,7-мм	36 136
Хш-129	5150	400	780	100 кг	—	1 пушка 30-мм	841

\* Ефимов А. Н. Над полем боя. М., Воениздат, 1976.



Для более подробного знакомства с самолетом Ил-2 ниже приведены его характеристики и краткое техническое описание.

### Крыло

Размах 14 520 мм  
Площадь крыла 38,5 м<sup>2</sup>  
Удлинение 5,55  
Профиль Кларк ФН  
Корневая хорда 3630 мм  
Концевая хорда 1510 мм  
Угол заклинения 0°  
Поперечное V 3°55'  
Средняя аэродинамическая хорда САХ 2878  
Тип элерона Фрайз  
Размах центроплана 4100 мм  
Площадь элеронов 2,48 м<sup>2</sup>  
Площадь щитков 4,2 м<sup>2</sup>

Посадочный угол отклонения щитков 45°  
Взлетный угол отклонения щитков 17°

### Фюзеляж

Полная длина 11 450 мм  
Максимальная ширина 980 мм  
Максимальная высота 4100 мм

### Оперение

Размах горизонтального оперения 4800 мм  
Площадь горизонтального оперения 7,5 м<sup>2</sup>  
Высота вертикального оперения (от оси самолета) 1830 мм  
Площадь руля поворота 1,085 м<sup>2</sup>

### Шасси

Колея 3400 мм  
Хвостовое колесо 400 × 150  
Размер основных колес 800 × 260

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ САМОЛЕТА Ил-2

Фюзеляж самолета (рис. 1, 2, 3) состоял из двух частей: носовой части — бронекорпуса и хвостовой — металлической или деревянной конструкции. Отказавшись от применения отдельных плоских бронеплит, Ильюшин, как уже говорилось, предложил переднюю часть самолета выполнить в виде аэродинамически совершенного бронекорпуса из штампованных листов бронестали различной (от 6 до 12 мм) толщины. Для этого необходимо было впервые осуществить штамповку и закалку брони. Многие не верили в такую возможность, но опытные металлурги решили эту сложнейшую технологическую задачу.

Применение брони с двойной кривизной в обшивке бронекорпуса позволило значительно снизить его вес, который составил около 15% взлетного веса самолета. Бронекорпус был использован в качестве силового элемента конструкции, воспринимающего нагрузки, и для установки двигателя, бензо- и маслосистемы, системы охлаждения двигателя, а также оборудования кабин экипажа. Впервые броня заменила множество кронштейнов крепления, шпангоуты, стрингеры и обшивку, а ее аэродинамически совершенная форма позволила избежать потерь скорости. Выполненный из специальной бронестали корпус поставлялся в собранном виде со всеми необходимыми отверстиями, так как сверление их после закалки было крайне затруднительно.

Броневые листы соединялись при помощи толстых дюралевых лент

на стальных заклепках и частично на анкерных гайках и болтах. В бронекорпусе располагается центроплан, между лонжеронами которого размещался нижний бензобак. Над лонжеронами центроплана клепался пол кабины пилота. За бронеспинкой пилота располагался задний бензобак и кабина стрелка с пулеметом на турели.

Сиденье пилота штамповалось из листового дюрала и устанавливалось на двух наклонных стойках, закрепленных на бронеспинке, а внизу — на узлах верхней полки заднего лонжерона.

Сиденье стрелка делалось из брезента. Для облегчения подъема на крыло и посадки в кабину на левом борту имелся поручень. Кабины пилота и стрелка закрывались сверху фонарями. Фонарь пилота состоял из неподвижного козырька, остекленного прозрачной броней. Она была двухслойной: сырое силикатное стекло в виде отдельных долек наклеивалось на органическую плексигласовую подушку. При повреждении пулей или осколком одной из долек последняя только растрескивалась, не рассыпаясь на осколки, что не лишало пилота видимости через незатронутую часть стекла. Для защиты головы пилота сдвигающийся назад по направляющим подвижный фонарь сверху был забронирован. Боксовые передние стекла подвижной части сдвигающиеся. Через открытую форточку имелся доступ к замку для открытия фонаря при посадке в кабину. Фонарь стрелка, сваренный из стальных труб и



остекленный плексигласом, при открытии откидывался вправо по полету. Фонари пилота и стрелка в закрытом положении фиксировались замками.

В данном пособии рассматривается только деревянная хвостовая часть фюзеляжа, каркас которой состоял из 16 шпангоутов и 12 стрингеров. Шпангоуты 11, 14 и 15 (см. рис. 1) усиленные, выполнены из сплошной фанерной переклейки. Все остальные рамы коробчатого сечения (фанерные стенки и сосновые пояса). На шпангоуты 11 и 14 устанавливались узлы крепления лонжеронов стабилизатора. Кроме того, на шпангоуте 14 устанавливались три узла навески руля поворота и узел крепления амортизатора костыля. В нижней части шпангоута 15 находились узлы крепления фермы костыля. Для разгрузки шпангоута 14 от усилий с амортизатора костыля между шпангоутами 13 и 14 расположена дюралевая клепаная рама. Обшивка выклеивалась (казеиновым клеем) из березового 0,5-мм шпона толщиной от 2 до 5 мм. Стыковка хвостовой деревянной части с бронекорпусом осуществлялась с помощью дюралевых лент-накладок на заклепках.

Крыло самолета (см. рис. 1, 4) имело два разъема, которые делили его на три части: центроплан, неразъемно соединенный с фюзеляжем, и две консоли (из-за дефицита цветных металлов они строились в двух вариантах: металлическом и деревянном. В данном случае рассмотрен металлический вариант). Силовой каркас крыла состоял из двух лонжеронов, двадцати одной нервюры, стрингеров и обшивки. Нервюра 22 входила в конструкцию концевой обтекатель консоли. Лонжероны центроплана были клепаные, балочной конструкции, с катаными хромансильевыми постоянного таврового сечения термически обработанными до  $K_z = 165 \text{ кг/мм}^2$  поясами и стенками из листового дюрала. Лонжероны консоли от разъема до нервюры 18 были той же конструкции, но с поясами переменного таврового сечения. Пояса же лонжеронов от нервюры 18 до 22 изготавливались из дюралевых профилей уголкового сечения. На поясах лонжеронов центроплана устанавливались узлы крепления пирамид и подкосов шасси. С центропланом консоли крыла стыковались с помощью четырех стыковочных узлов (ребенок и конусных термически обработанных болтов хромансильевой стали).

Элерон каждой консоли (см. рис. 1, 4) состоял из двух частей: корневой и концевой. На корневых частях элеронов устанавливались флетнеры. При наличии крена его можно было устранить, увеличивая или уменьшая длину тяги флетнеров при регулировке на земле.

Щитки-закрылки (см. рис. 1, 4) состояли из двух частей с каждой стороны: щитка центроплана и щитка консоли крыла. Щитки делались дюралевые или деревянные.

Вертикальное и горизонтальное оперение (см. рис. 1, 2) свободно-несущее. Киль цельнодеревянный, выполнен заодно с фюзеляжем. Цельнометаллический стабилизатор состоял из двух частей (консолей), которые стыковались между собой с помощью стыковочных ребенок, установленных на верхней и нижней полках переднего и заднего лонжеронов, и болтов. Лонжероны стабилизатора были балочной конструкции с дюралевыми поясами из прессованного уголка. В полете установочный угол стабилизатора не регулировался, но узлы его крепления к фюзеляжу допускали изменение угла, который устанавливался на земле в пределах  $\pm 1^\circ 40'$ .

Руль высоты (с лонжероном из дюралевой трубы) состоял из двух половин, соединенных между собой с помощью фланцев хромансильевыми болтами. Каркас руля высоты дюралевый, обшивка полотняная. Руль высоты подвешивался к стабилизатору на пяти кронштейнах. Он имел стопроцентную весовую компенсацию в виде противовеса, прикрепленного к лонжерону руля. На задней кромке руля высоты стоял комбинированный триммер-флетнер, который, кроме кинематической связи с рулем (как флетнер), имел управление из кабины летчика (как триммер).

Конструкция руля поворота аналогична конструкции руля высоты. Руль поворота был подвешен к килю на трех сварных узлах и имел флетнер. Весовой компенсатор руля поворота был вынесен в поток и укреплен на лонжероне руля в верхней его части.

Управление щитками (см. рис. 1, 3, 4) было пневматическое и входило в пневмосистему управления шасси и оружием. Рабочее давление воздуха в системе щитков  $50 \text{ кгс/см}^2$ . Цилиндр управления щитками имел замок, запирающий их в убранном положении. Он открывался с помощью пневмовыключателя. В выпущенном положении щитки удерживались давлением воздуха в цилиндре и сети. С целью сокращения разбега самолета перед взлетом щитки отклонялись на  $17 \pm 1^\circ$  и запирались в таком положении механизмом, смонтированным на цилиндре управления щитками.

Шасси и костыль (см. рис. 5) имели масляно-пневматическую амортизацию. Конструкцией предусмотрено частичное выступание колес из контура гондол с целью обеспечения посадки с минимальными повреждениями на любой неподготовленной площадке без выпуска шасси. После замены винта и маслорадиатора боеспособность машины восстанавливалась. Летчиками-штурмовиками Героями Советского Союза Г. Береговым, В. Емельяненко, С. Александровым и другими описаны многочисленные случаи благополучных посадок Ил-2 вне аэродрома с убраным шасси.



Управление системой подъема и выпуска шасси производилось сжатым воздухом под давлением 35 кгс/см<sup>2</sup>. Запас сжатого воздуха размещался в двух двенадцатилитровых баллонах с давлением 150 и 50 кгс/см<sup>2</sup>, причем давление в последнем баллоне поддерживалось компрессором АК-50 с приводом от двигателя. В убранном и выпущенном положении шасси фиксировалось замками, которые открывались и закрывались автоматически. Для контроля за положением шасси имелась сигнализация: механическая, рычажок которой располагался на крыле и указывал любое положение шасси, и электрическая, показывающая одно из крайних положений лампами на доске пилота. При отказе пневмосистемы пилот выпускал шасси аварийной лебедкой с ручным приводом и тросовым управлением. Стойки шасси заряжались спирто-глицериновой смесью и сжатым воздухом под давлением 29 кгс/см<sup>2</sup>. Полный ход поршня амортизатора равнялся 160 мм. Просадка шасси при нормальном полетном весе самолета была от 50 до 85 мм. Амортизационные стойки связывались между собой крестовиной и осью колеса. Ось крепилась к каждой стойке двумя болтами, проходящими через четыре конусные втулки. Складывающиеся подкосы шасси штамповались из листового хромансиля с последующей сваркой. Они состояли из двух частей (верхней и нижней), шарнирно соединенных между собой. В выпущенном положении подкос фиксировался замком, в убранном — шасси удерживалось верхним замком. Замки срабатывали на «запирание» и при отсутствии давления в пневмосети.

Управление тормозами колес осуществлялось сжатым воздухом при давлении 6 кгс/см<sup>2</sup>. В кабине летчика стоял двухстрелочный манометр для контроля за давлением. Рычажок включения тормозов находился на ручке управления самолетом.

Колесо костыля самолета самоориентирующееся, оно не имело управления и не убиралось в полете. Но на взлете и посадке летчик мог застопорить его в среднем положении. Начальное давление воздуха в амортизаторе костыля равнялось  $38 \pm 2$  кгс/см<sup>2</sup>. Полный ход поршня амортизатора составлял 110 мм. В пневматиках основных колес поддерживалось давление 3,5—3,7 кгс/см<sup>2</sup>, а в пневматике костыля 3—3,5 кгс/см<sup>2</sup>, что при нормальном полетном весе соответствовало обжатую основных колес на 60—70 мм и на 80—85 мм для костыльного колеса.

Мотор и винтомоторная группа (см. рис. 1). На самолете был установлен самый мощный для того времени двухрядный V-образный двигатель конструкции А. А. Микулина АМ-38Ф водяного охлаждения, который был форсирован и развивал мощность 1750 л. с. на взлете. Малая степень сжатия (6,0) позволяла применять менее дефицитный низкооктановый бензин.

#### Характеристика двигателя:

Число цилиндров 12

Степень редукции 0,732

Рабочий объем 46,66 л

Степень сжатия  $6 \pm 0,1$

Вес мотора (сухой)  $880 \pm 2\%$  кг

Взлетный режим (не более 5 мин): мощность  $1700 \pm 2\%$  л. с., обороты коленчатого вала  $2350 \pm 2\%$ .

Номинальный режим: мощность  $1500 \pm 2\%$  л. с., обороты коленчатого вала  $2350 \pm 2\%$ , расчетная высота 750 м.

Для уменьшения износа двигателя от попадания пыли при работе на полевых аэродромах на воздухозаборник двигателя, размещенный на правой части центроплана, был установлен воздушный фильтр. В его осевом канале имелась заслонка, связанная с уборкой шасси. До уборки шасси воздух поступал в карбюратор через цилиндрический сетчатый фильтр. После взлета и уборки шасси заслонка открывалась и прямой поток воздуха поступал в карбюратор.

Система питания мотора горючим. Несмотря на размещение всей топливной системы в бронекорпусе для повышения живучести самолета, фибровые бензобаки имели специальный протектор из резины, самозатягивающейся под воздействием бензина. Для снижения возможности возникновения пожара в полете по мере опорожнения бензобаков они заполнялись углекислым газом (СО<sub>2</sub>) от бортового 2-литрового баллона. Общая емкость основных бензобаков 730 литров (верхний бензобак 175, нижний 269 и задний 286 литров).

Общая емкость маслосистемы составляла 81 литр. Для эксплуатации в условиях зимы на самолете применялась система разжижения масла бензином, которая позволяла не сливать масло до температуры минус 30°. Два маслобака и бачок-пенегаситель устанавливались в районе двигателя. Маслорадиатор размещался в бронекоробке под фюзеляжем.

На самолете применялась закрытая (под давлением 1,4—1,5 кгс/см<sup>2</sup>) система водяного охлаждения. В теплое время года использовалась чистая пресная вода, зимой система охлаждения заполнялась спирто-глицериновой смесью (антифриз). Общая емкость системы охлаждения составляла 77—80 литров. Водорадиатор устанавливался в туннеле обдува, размещенном в бронекорпусе сзади двигателя.

Запуск двигателя осуществлялся специальным насосом ПН-1, в пусковой камере которого при смешении бензина, поступающего из заливного бачка, с воздухом из бортового баллона образовывалась карбюрированная смесь. Из самопуска через распределитель, установленный на моторе, она поступала в цилиндры и проворачивала вал до



включения зажигания. Рабочее давление в системе запуска летом 35—50, а зимой 70—75 кгс/см<sup>2</sup>.

Управление мотором и винтомоторной группой осуществлялось механически: газом, высотным корректором и форсажем — с помощью секторов и гибкой проводки, шагом винта — штурвальчиком и тросовой проводкой, заслонками маслорадиатора — сектором и тросовой проводкой, пожарным краном — гибкой проводкой, заслонкой водорадиатора — посредством троса на барабане штурвала и жестких тяг с качалками.

На самолете устанавливалось следующее вооружение: пулеметно-пушечное, бомбардировочное и ракетное (см. рис. 1, 2, 3, 4). Пулеметно-пушечное вооружение состояло из двух пушек ВЯ-23 Волкова-Ярцева калибра 23 мм и двух скорострельных пулеметов ШКАС Шпитально-го-Комарницкого калибра 7,62 мм. Пушки устанавливались неподвижно в отъемных частях крыла вне диска вращения винта и предназначались для уничтожения наземных целей и защиты передней полусферы от атак истребителей противника. Питание пушек снарядами было ленточное. Рядом с пушками устанавливались ящики, в каждый из которых входило по 150 снарядов. Пулеметы устанавливались также неподвижно рядом с пушками вне диска винта и предназначались для борьбы с живой силой противника. В каждом патронном ящике помещалось по 750 патронов. Гашетки управления огнем пушек и пулеметов и предохранитель, запирающий обе гашетки, находились на ручке управления самолетом. Для защиты задней полусферы от атак истребителей противника в кабине воздушного стрелка на турели устанавливался крупнокалиберный пулемет УБТ калибра 12,7 мм с запасом патронов 150 штук.

Управление огнем и перезарядкой пушек и пулеметов было пневматическое с питанием от общей воздушной сети самолета. В сети управления огнем поддерживалось давление 40—50 кгс/см<sup>2</sup>, а в сети перезарядки — 35 кгс/см<sup>2</sup>. Кроме пневматического управления огнем обеспечивалось еще механическое дублирование. При перемещении гашеток на 10—12 мм работала пневмосистема, а в случае ее отказа при нажатии более чем на 10—12 мм включалось механическое дублирование. Прицеливание для стрельбы производилось летчиком с помощью прицела ВВ-1, состоящего из сетки, нанесенной на переднем стекле фонаря летчика, и визира на верхней части бронекорпуса.

Пушки крепились в консолях крыла между 7 и 8 нервюрами. Каждая пушка имела два узла крепления, передний и задний. Ее переднее крепление имело два пружинных буфера, воспринимающих отдачу. Заднее крепление пушки имело вертикальную и горизонтальную регулировки. Пулеметы ШКАС крепились в консолях крыла между 6 и 7

нервюрами. Каждый пулемет имел 3 точки крепления. Регулировка пулемета осуществлялась передним креплением. На шкворне среднего крепления пулемет при регулировке мог поворачиваться в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Заднее крепление являлось только опорой и подводилось после регулировки пулемета. Установка пулемета УБТ обеспечивала возможность обстрела задней полусферы в секторах: вверх 45°, вниз 12°, вправо и влево по 35°. Прицеливание производилось при помощи прицела К-8Т с подсветом. Для защиты стрелка устанавливалась бронеспинка толщиной 5 мм.

Бомбардировочное вооружение самолета состояло из внутренней и наружной подвесок бомб. Внутренняя подвеска осуществлялась в четырех универсальных бомбоотсеках центроплана с замками держателя (Дер-21) для загрузки бомб до 100 кг. Мелкие бомбы от 1 до 25 кг (среди них противотанковые бомбы ПТАБы), с успехом применявшиеся против «тигров» и «фердинандов», загружались сверху через люки крыла непосредственно на створки бомболюков, закрытых замком Дер-21 и тягой. Для наружной подвески бомб на нервюрах № 2 центроплана использовались балочные держатели с замками МДЗ-42, обеспечивающие загрузку бомб от 50 до 250 кг. Управление бомбодержателями электрическое (от электросбрасывателя ЭСБР-ЗП) с механическим дублером (АСШ-141). Для контроля за сбросом бомб применялась электрическая сигнализация. Сбрасывание бомб от ЭСБР-ЗП осуществлялось боевой кнопкой на ручке управления самолетом. Для прицельного бомбометания служило перекрестие на лобовом стекле фонаря и прицельные линии, нанесенные на капот для бомбометания с высоты 100, 200 и 300 м. Нормальная бомбовая загрузка 400 кг, перегрузочный вариант 600 кг.

Реактивное вооружение: четыре держателя реактивных снарядов устанавливались под крылом на 9 и 10 нервюрах консолей крыла для подвески четырех реактивных снарядов РС-82 или РС-132. Управление стрельбой электрическое (от ЭСБР-ЗП) осуществлялось с помощью боевой кнопки, находящейся на ручке управления самолетом. Наводка на цель при помощи прицела ВВ-1.

Аэронавигационное оборудование (см. рис. 6) состояло из приборов: авиагоризонта АГП-1 (40), вариометра (39), указателя поворота (35), компаса КИ-11 (36), указателя скорости (33), часов АЧО (42), высотомера (32). Питание гироскопических приборов осуществлялось от нагнетателя мотора с автоматической регулировкой давления.

Контролирующие приборы: трехстрелочный индикатор давления бензина, давления масла, температуры выходящего масла (26), бензиномер БЭ-499 (28), термометр выходящей воды ТВЕ-41 (29), тахометр ТЭ-22 (30), мановакуумметр (31), вольтметр (43).



Радиооборудование. Для обеспечения двусторонней связи на самолете устанавливалась приемно-передающая станция. Для вождения самолета по радиомаяку применялся радиополукомпас. Для связи летчика и стрелка имелось переговорное устройство.

Электрооборудование выполнялось по однопроводной электросхеме с заземлением на корпус машины. Электрическая защита электросети

размещалась на блоке защиты электропитки летчика. Генератор ГС-10-350 и аккумулятор 12А10 являлись бортовыми источниками питания. На земле через розетку на правом борту производилось подключение наземного источника. Напряжение в электросети самолета было 26,5—28,5 В.

## РЕКОМЕНДАЦИИ МОДЕЛИСТУ ПО ПОСТРОЙКЕ МОДЕЛИ-КОПИИ ШТУРМОВИКА Ил-2

Размеры модели-копии зависят от мощности двигателя, что позволяет для каждого конкретного мотора получить примерные размеры и масштаб. Из выпускаемых в СССР наиболее подходят двигатели с рабочим объемом цилиндра в 10 см<sup>3</sup> для опытного моделиста и 6,6 см<sup>3</sup> для начинающего. Определение размера модели — важная задача, которую нужно решить в самом начале проектирования. Для определения размеров и масштаба модели самолета Ил-2 воспользуемся формулами, приведенными в книге «Советские самолеты» И. К. Костенко и С. М. Демина (М., Изд-во ДОСААФ, 1973).

Для класса непилотажных самолетов, к которому относится и штурмовик Ил-2, норма нагрузки в граммах на кубический сантиметр объема двигателя равна 340—380 г/см<sup>3</sup>. Для ведения расчета принимаем среднюю величину нагрузки 360 г/см<sup>3</sup>. В этом случае вес модели под двигатель объемом цилиндра в 10 см<sup>3</sup> равен 3600 г, а под двигатель объемом 6,6 см<sup>3</sup> — 2380 г (по авиамодельным правилам для одномоторных моделей максимальный объем двигателя должен быть не более 10 см<sup>3</sup> и вес до 5 кг).

Для большинства моделей-копий нагрузка полетного веса на площадь крыла равняется 90—110 г/дм<sup>2</sup> (по Правилам не более 150 г/дм<sup>2</sup>). Если взять нагрузку 95 г/дм<sup>2</sup>, то площадь крыла для модели с двигателем объемом в 10 см<sup>3</sup> будет равна:

$$S = \frac{3600}{95} = 38 \text{ дм}^2,$$

а для двигателя объемом 6,6 см<sup>3</sup>

$$S = \frac{2380}{95} = 25,2 \text{ дм}^2.$$

Максимальная площадь крыла — 150 дм<sup>2</sup>. Чтобы определить масштаб модели, надо извлечь квадратный корень из отношения площади крыла модели к площади крыла самолета-прототипа. Площадь крыла модели следует брать в дм<sup>2</sup>, а площадь крыла самолета-прототипа в м<sup>2</sup>. Полученный результат дополнительно разделить на десять. В данном

случае она равна 38 дм<sup>2</sup> и соответствует двигателю объемом в 10 см<sup>3</sup>, а 25,2 дм<sup>2</sup> для двигателя объемом 6,6 см<sup>3</sup>.

Масштаб модели с двигателем объемом 10 см<sup>3</sup> равен

$$M = \frac{1}{10} \sqrt{\frac{38 \text{ дм}^2}{38,5 \text{ м}^2}} \approx \frac{1}{10},$$

а для модели с двигателем объемом 6,6 см<sup>3</sup> соответственно

$$M = \frac{1}{10} \sqrt{\frac{25,2 \text{ дм}^2}{38,5 \text{ м}^2}} \approx \frac{1}{12}.$$

При таком масштабе размах крыла модели с двигателем объемом 10 см<sup>3</sup> будет равен 1452 мм, а с двигателем 6,6 см<sup>3</sup> — 1210 мм. Модели-копии самолетов Ил-2 и Ил-10, выполненные в масштабе 1 : 10, с двигателем объемом 10 см<sup>3</sup> обладают наивысшим сходством (реализмом) с самолетом-прототипом.

Модель-копия во время ее участия в соревнованиях оценивается судьями дважды. Первую оценку она получает на стенде за три показателя: точность выполнения масштаба, мастерство изготовления и сложность самолета-прототипа в зависимости от ее воспроизведения на модели. Вторая оценка дается за полет, состоящий из обязательной программы и пяти демонстраций, которые выбирает сам спортсмен в соответствии с летными данными самолета-прототипа. Сумма максимальных очков при проверке масштаба, оценке мастерства и сложности самолета-прототипа равна оценке за полет — 650 очкам. Но очки за стендовые показатели спортсмен получает только после того, как кордовая модель-копия пролетит не менее 10 кругов, а радиоуправляемая продержится в воздухе не менее 60 секунд или выполнит «восьмерку». И если очки за полет, связанные с классификацией пилота, погодой, отладкой, менее стабильны, то оценки за стенд закладываются в период изготовления. Тщательное соблюдение масштаба как габаритных разме-



ров, так и размеров отдельных деталей (для измерения судьи могут выбрать любую часть модели) поможет избежать потери очков. Для получения максимальных очков детали должны изготавливаться с точностью отклонения размеров не более 1%. При ошибке замеряемого размера на 1% выставляется 9 баллов, более 2% — 8 баллов и т. д. А при отклонении размера более чем на 10% выставляется 0 баллов.

Мастерство оценивается в зависимости от тщательности воспроизведения всех внешних деталей крыла, фюзеляжа, оперения, шасси, винтомоторной группы и кабины с соответствующей чертежу окраской и маркировкой. Использование на модели покупных изделий, таких как колеса, кока, винтов, фонаря, кабины, убирающегося шасси, макетов пулеметов, двигателей, капотов, а также маркировка и знаки, выполненные посредством переводных картинок, за мастерство изготовления оцениваются судьями в ноль баллов. Лишь при значительной переделке покупных изделий они могут быть оценены в соответствующее количество баллов.

Сложность конструкции самолета-прототипа оценивается по степени ее воспроизведения на модели. Для получения максимальной оценки самые сложные самолеты периода до Великой Отечественной войны выполняются с полной детализацией всех элементов конструкции. На бипланах воспроизводятся растяжки с тандерами, подкосы с узлами крепления, цилиндры незакапотированных двигателей, колеса со спицами, кабина со всей детализацией. Модели-копии самолетов Великой Отечественной войны должны соответствовать действительным самолетам военного времени с матовой окраской. Дополнительные очки за сложность самолета-прототипа добавляются:

- за воспроизведение вооружения, размещенного на фюзеляже, двухбалочный фюзеляж;
- за воспроизведение действующих закрылков и предкрылков как у прототипа, чайкообразности крыла, закрутки крыла, за установку моторов на крыле (у многомоторной модели);
- за бипланное оперение, двойной или тройной киль, подкосы и расчалки на оперении, весовые балансиры, триммеры на рулях, осевую компенсацию рулей, огни АНО;
- за управляемые тормоза, действующую амортизацию, уборку хвостового или переднего колеса;
- за наличие многомоторности, ребер охлаждения на цилиндрах, радиаторов, выхлопных патрубков, трех-, четырехлопастные винты;
- за сдвоенную кабину, наличие кабины стрелка, сдвижной фонарь;
- за оклейку фольгой с воспроизведением люков, замков и заклепок, а также за расшивку листов.

В связи с этими требованиями модели-копии последних лет выпол-

няются в более крупном масштабе, чем это делалось раньше. Для одномоторных самолетов (с размахом крыла до 17 м) наиболее приемлемым будет масштаб 1:10, который позволяет тщательно воспроизвести оборудование кабин (приборных досок, пультов, элементов управления), а также разместить на модели механизацию шасси, щитков без нарушения обводов.

Для проверки выполнения точности масштаба согласно Правилам моделист должен иметь две масштабные линейки. С их изготовления и начинается работа над моделью. Линейки, по которым не изготавлилась модель, вносят дополнительные искажения при замерах деталей и приводят к снижению очков. Одна из них, назовем ее чертежной, будет служить для снятия размеров на чертеже, а другая — модельная, для снятия размеров с модели.

Для определения размера делений на чертежной линейке необходимо определить масштаб чертежа по отношению к самолету-прототипу. Например, чертеж выполнен в масштабе 1:20, значит один метр следует разделить на 20, т. е.

$$L_{\text{дел}} = \frac{1 \text{ м}}{20} = 0,05 \text{ м}$$

или 50 мм, где  $L$  — длина деления линейки. Чтобы этой линейкой можно было измерить любой размер на чертеже, ее длина должна соответствовать самому большому размеру самолета на чертеже. Для Ил-2 таким размером является размах крыла, равный 14,52 м, поэтому линейка должна иметь 14,52 деления по 50 мм каждое. Для замеров дробных размеров необходимо каждое деление разделить на десять равных частей, а последнее — на 100, что позволит более точно замерять дробные остатки размеров. Если на публикуемых в журналах и книгах чертежах есть линейный масштаб, тогда для изготовления чертежной линейки размер делений может быть снят с этого линейного масштаба, который как раз и равен 1 м, деленному на масштаб чертежа.



Крыло Ил-2:

1 — чертежная масштабная линейка; 2 — линейный масштаб на чертеже.



Если на чертеже есть детали, выполненные в другом масштабе, то необходимо изготовить дополнительную линейку в соответствии с этим масштабом. Например, шасси выполнено в масштабе 1 : 5, тогда размер делений будет равен:

$$L = \frac{1 \text{ м}}{5} = 0,2 \text{ м или } 200 \text{ мм.}$$

Для снятия размеров с модели изготавливается модельная линейка, которая отличается от чертежной величиной деления, равной одному метру, деленному на масштаб модели. Мы определили, что для модели Ил-2 с двигателем объемом 10 см<sup>3</sup> надо брать масштаб 1 : 10. Тогда размер деления модельной линейки будет равен:

$$L = \frac{1 \text{ м}}{10} = 0,1 \text{ м или } 100 \text{ мм.}$$

Эта линейка должна иметь также 14,52 деления по 100 мм и разбивку каждого деления на 10 частей, а последнего на 100 частей. Замеряем, например, на чертеже размах стабилизатора чертежной линейкой, получим 4,82 деления, при замере этого же размера на модели модельной линейкой должно быть столько же делений.

Для сохранения основного чертежа и упрощения работ по изготовлению модели желательно выполнить рабочий чертеж по отношению к модели в масштабе 1 : 1 (см. рис. 7). Применение масштабных линеек исключает необходимость сложных математических расчетов при изготовлении рабочего чертежа. После нанесения основных осей детали на рабочий чертеж надо последовательно измерить каждый размер на чертеже самолета чертежной масштабной линейкой, такое же количество делений переносится с помощью модельной линейки на рабочий чертеж. При этом замеры нужно снимать так, чтобы последнее деление, разделенное на сто мелких делений, всегда участвовало в замере и переносе на чертеж, что увеличивает точность рабочего чертежа. Для выполнения плавных кривых контура фюзеляжа и крыла отдельные точки сечений соединяются линиями при помощи калиброванной сосновой рейки сечением 3 × 3, прижатой грузиками к столу. Этот способ проведения плавных кривых большой протяженности широко применяется и в большой авиации при изготовлении плазов (чертежей сечений и проекций самолета в натуральную величину).

Для вычисления и построения контуров нервюр крыла, стабилизатора и киля предлагаются таблицы профилей (№ 2 — для крыла, № 3 — для оперения), верхние и нижние координаты которых даны в процентах от хорды.

Для изготовления шаблонов нервюр по данным таблицам необхо-

Таблица 2

X, %	0	1,25	2,5	5	7,5	10	15	20	25
Y <sub>в</sub> , %	0	2,54	3,66	5,00	6,25	7,15	8,3	9,3	9,6
Y <sub>н</sub> , %	0	1,86	2,24	2,73	3,14	3,5	3,6	3,8	3,83

X, %	30	40	50	60	70	80	90	95	100
Y <sub>в</sub> , %	10,0	9,72	8,9	7,45	5,85	4,00	1,95	—	0,08
Y <sub>н</sub> , %	3,94	3,63	3,44	3,00	2,5	1,71	0,86	—	0,08

Таблица 3

X, %	0	1,25	2,5	5	7,5	10	15	20	25
Y <sub>в</sub> , %	0	1,3	1,74	2,33	2,74	3,05	3,49	3,78	—
Y <sub>н</sub> , %	0	1,3	1,74	2,33	2,74	3,05	3,49	3,78	—

X, %	30	40	50	60	70	80	90	95	100
Y <sub>в</sub> , %	4,03	4,0	3,74	3,3	2,71	1,99	1,15	0,69	0,2
Y <sub>н</sub> , %	4,03	4,0	3,74	3,3	2,71	1,99	1,15	0,69	0,2

димо длину хорды на шаблоне разделить на десять равных частей и каждое деление будет соответствовать 10% хорды. На первом делении для более точного контура носка нервюры необходимо отложить от нуля 1,25%; 2,5%; 5%; 7,5%, второе и третье деления разделить на два, что будет соответствовать 15% и 25%. Через все эти точки провести вертикальные оси Y. Указанные в таблице верхние и нижние координаты профиля Y<sub>в</sub> и Y<sub>н</sub> даны в процентах от хорды, для каждой конкретной нервюры вычисляются и затем откладываются точки на соответствующих осях Y. Например, вычислим по таблице для хорды крыла L = 330 мм Y<sub>в</sub> и Y<sub>н</sub> на координате X = 10%. В данном сечении согласно таблице Y<sub>в</sub> = 7,15%, Y<sub>н</sub> = 3,5% хорды.



Решим пропорции:

100% — 330 мм;

7,15 —  $Y_v$

$$Y_v = \frac{330 \cdot 7,15}{100} = 23,6 \text{ мм.}$$

100% — 330 мм;

3,5 —  $Y_n$

$$Y_n = \frac{330 \cdot 3,5}{100} = 11,6 \text{ мм.}$$

Конечно, очень удобно и быстро эти расчеты можно сделать с помощью логарифмической линейки. Полученные точки координат верхнего и нижнего обводов профиля соединяются плавной кривой с помощью лекала. Прежде чем делать рабочий чертеж, необходимо решить, из какого материала будет строиться модель (бальза, липа, стеклоткань) и какой конструкции она будет. Модель можно выполнить в нескольких вариантах.

Первый: неразборная модель. Она привлекает простотой конструкции и надежностью из-за отсутствия разъемов в элементах управления и крыльях. Такие модели с успехом участвовали и участвуют в соревнованиях: Ил-2 Ю. Крылова, Як-9Б А. Павленко и «ветеран» авиамodelьного спорта четырехмоторный Ил-18 спортсменов Московского

авиамodelьного клуба. Основным недостатком такой конструкции является трудность транспортировки (Аэрофлот без доплаты за багаж разрешает ящики габаритом не более 1000 × 500 × 500 мм).

Второй вариант: модель с отъемными частями крыла. Для Ил-2 это будет соответствовать конструкции настоящего самолета. Небольшое увеличение веса компенсируется удобством упаковки, а грамотно выполненная стыковка крыльев не влияет на надежность конструкции. В качестве примера можно рассмотреть модель-копию самолета Ил-10 мастера спорта СССР В. Борзова. Стыковку крыла с центропланом он сделал вертикальными конусными болтами, скрепляющими гребенки лонжеронов, которые обеспечили прочное соединение узлов.

И третий вариант: неразъемное крыло, пристыкованное к фюзеляжу. Его достоинство заключается в возможности изготовления высококачественного крыла со сборкой в стапеле. Этот вариант имеет испытанное простое решение стыковки, но ее наличие несколько нарушает внешний вид модели. В данном случае стыковка обеспечивается двумя штырями в носке крыла и двумя винтами, проходящими через крыло, ввернутыми в анкерные гайки, укрепленные в фюзеляже. Эта конструкция часто используется модельстами для изготовления радиоделей-копий.

Каждый из предложенных вариантов требует своего решения по количеству силовых шпангоутов и нервюр, их размещения и конструкции.

## ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОДЕЛИ С УЧЕТОМ НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КОНСТРУКЦИИ Ил-2

В данном пособии не дается полная технология изготовления модели, так как, имея подробный чертеж, модельст, в зависимости от наличия материала, создает свою технологию работы.

Обязательным условием при изготовлении всех деталей является: перенесение с рабочего чертежа на заготовку не только контура детали и ее осей, но и всех вырезов под стрингеры, лонжероны, нервюры, а также осей отверстий под тяги и корды;

после обработки по контуру деталь проверяется по рабочему чертежу, выпиливается лобзиком, зачищается наждачной бумагой и покрывается водостойким лаком;

до оклейки каркаса обшивкой необходимо установить узлы управления и шасси, проложить тяги и их направляющие.

Изготовление фюзеляжа (см. рис. 7). На самолете Ил-2 довольно короткая носовая часть была обусловлена наличием мощного и сравнительно тяжелого бронекорпуса. Поэтому при изготовлении модели

следует стремиться к максимальному облегчению хвостовой части фюзеляжа, а переднюю выполнять из набора липовых реек. Хвостовая часть фюзеляжа от стыка с бронекорпусом при условии наборной обшивки из бальзовых реек толщиной 3—4 мм не требует стрингеров, так как выклеенный из бальзы монокок прекрасно работает как на изгиб, так и на скручивание. Силовыми шпангоутами будут только шпангоуты 10 и 11 в местах крепления костыльного колеса, остальные выполняются максимально облегченными и служат для формирования обшивки. Приняв за основу неразборную конструкцию модели с одиннадцатью шпангоутами, приступим к детализовке рабочего чертежа.

В первую очередь необходимо нанести контуры шпангоутов. Для этого при помощи масштабной сетки, наложенной на теоретический контур шпангоута, лекала и масштабной линейки наносим теоретический контур шпангоута с вертикальной и строительной осью модели. Отступив от линии теоретического контура на толщину обшивки, по-



строим контур шпангоутов и начертим вырезы под мотораму и силовые стрингеры кабины согласно сечениям на рабочем чертеже. Сняв с каждого шпангоута его габаритные размеры, с припуском 5—7 мм, можно приступить к изготовлению заготовок. Заготовка первого шпангоута делается или из 10-мм фанеры или набора 1-мм фанеры. Заготовка второго шпангоута собирается из 8-мм калиброванной бальзы с последующей оклейкой с обеих сторон 1-мм фанерой. Заготовки шпангоутов 4, 6, 7, 8 и 9 делаются из 4-мм калиброванной бальзы. Заготовка шпангоута 5 из 2-мм бальзы, оклеенной с одной стороны 1-мм фанерой. Шпангоуты 10 и 11 изготавливаются из 4-мм бальзы, оклеенной с обеих сторон 1-мм фанерой. Снятые с рабочего чертежа на кальку или пергамент контуры шпангоутов с вертикальной и строительной осями модели с помощью копировальной бумаги переносятся на соответствующие заготовки шпангоутов.

При сборке фюзеляжа необходима фиксация каждого шпангоута согласно размещению его на строительной оси модели с сохранением вертикали. Для этого можно использовать в качестве стапеля калиброванную рейку сечением  $10 \times 15$  мм длиной от 1-го до 10-го шпангоута с обозначением на ней осей шпангоутов. На каждом шпангоуте, кроме первого, размечается и тщательно выпиливается вырез под стапель размером  $10 \times 15$  мм. Для выпиливания вырезов под мотораму на шпангоутах 2, 3, 4 и 5 и под силовой стрингер кабины на шпангоутах 3а, 4, 5 и 6 необходимо поочередно надеть на стапель и совместить шпангоуты 2 и 3, а после пропила и снятия их со стапеля — шпангоуты 3а, 4, 5 и 6. Моторама делается из фанеры толщиной 10 мм с последующей склейкой с основными рейками  $10 \times 2$  мм согласно рабочему чертежу. Для крепления двигателя устанавливаются 4 анкерные гайки. Съемная часть капота выколачивается из алюминия толщиной 1—1,2 мм. Перед оклейкой фюзеляжа необходимо поставить стабилизатор с рулем высоты и киль с рулем поворота (технология их изготовления см. ниже). Под стойку заднего колеса на шпангоутах 11 и 12 устанавливаются узлы ее крепления. На шпангоутах 3 и 4 приклеиваются упоры фиксации лонжеронов крыла с укрепленным на них полом кабины. Упоры для фиксации лонжеронов стабилизатора прикрепляются на шпангоутах 10 и 11.

Сборка фюзеляжа начинается с установки на мотораме 6 шпангоутов, их подгонки при вставленном стапеле и приклейки к раме. В шпангоутах 7—10 делаются технологические вырезы. Вместе с шпангоутом 11 они устанавливаются на стапель, и закладывается стабилизатор,

От шпангоута 5 фюзеляж частично обшивается бальзовыми калиброванными рейками толщиной 3,5—4 мм. Каждая рейка предварительно подгоняется по месту. Для надежности стыка с липовыми рейками

обшивки носовой части необходимо, чтобы часть реек выходила за шпангоут 5 на 20—30 мм. Крепление реек до высыхания клея осуществляется канцелярскими иголками. При частичной оклейке фюзеляжа в обшивке оставляется зазор для установки киля и возможности доступа к перемышкам. После обеспечения жесткости конструкции частичной обшивкой фюзеляжа (через сутки после склеивания) из модели вынимается стапель, и перемышки технологических вырезов шпангоутов пропиливаются.

Для продолжения работ необходимо изготовить основание стапеля сборки, на котором, меняя расположение рубильников (так называются в большой авиации контршаблоны шпангоутов и нервюр, охватывающие внешний контур фюзеляжа или крыльев), можно собрать крыло, фюзеляж и произвести окончательную стыковку модели. При склейке эпоксидной смолой оклеенная модель устанавливается в рубильниках стапеля и остается до полного высыхания, обеспечивая горизонтальность стабилизатора и вертикальность киля.

Основание стапеля размером  $1500 \times 450 \times 12$  мм изготавливается из калиброванных сосновых реек сечением  $10 \times 10$  мм с последующей оклейкой с обеих сторон 1-мм фанерой. Для сборки фюзеляжа устанавливаются рубильники по осям шпангоутов 3 и 9 и два — под стабилизатор по нервюре 10. Вырез в рубильниках выполняется по теоретическому контуру с выдерживанием постоянного расстояния от плоскости стапеля до строительной оси самолета. Передняя часть до шпангоута 5 оклеивается липовой рейкой толщиной 3,5—4 мм, задняя — бальзой. При этом окончательно закладывается шпангоут 11 и хвостовая бобышка. После вклеивания киля и стабилизатора модель ставится в стапель для исключения перекосов при окончательном оклеивании обшивкой.

Фонарь может быть изготовлен из листового материала (жест, нержавеющая сталь), соединенного пайкой с последующей вставкой стекол, но легче всего его изготовить из оргстекла. После формирования отдельных частей (неподвижного переднего козырька, сдвижной части и задней части фонаря) к ним приклеиваются окантовки из алюминиевой фольги.

На силовых стрингерах кабины необходимо установить направляющие рельсы для сдвигания фонаря кабины пилота, узлы крепления неподвижной части фонаря и откидной части фонаря кабины стрелка.

Изготовление крыла. Чертеж крыла соответствует двухместному варианту Ил-2 и изготавливается из трех частей: центроплана и двух консолей. Самой нагруженной частью крыла модели-копии является центроплан, воспринимающий основные усилия от шасси и качалки корды. К тому же он ослаблен вырезами под нишу шасси и бомболоки.



Поэтому лонжероны и нервюры центроплана изготавливаются более прочными. Сняв с каждой нервюры и лонжерона его габаритные размеры, с припуском 5—7 мм можно приступить к изготовлению заготовок нервюр и лонжеронов. Заготовка делается из 4-мм калиброванной бальзы, оклеенной с обеих сторон 1-мм фанерой для нервюр, а для лонжеронов верхнего и нижнего поясов из сосновых реек сечением  $2 \times 6$  мм.

Снятые с рабочего чертежа на кальку или пергамент контуры нервюр и лонжеронов с вертикальной осью и осью носиков и хвостиков нервюр с помощью копировальной бумаги переносятся на соответствующие заготовки нервюр и лонжеронов, в которых делаются вырезы для стыковки с нервюрами и закладываются буковые бобышки с анкерными гайками под крепления узлов шасси. Затем в них вклеиваются переходники (из дельта-древесины или 10-мм фанеры) для стыковки с лонжеронами отъемной части крыла. Нервюры 1—3 состоят из трех частей: носика, средней части и хвостика. Заготовки после обработки по контуру распиливаются по осям лонжеронов. Четвертая нервюра выполняется целой с вырезами окон под стыковку с лонжеронами. Центроплан склеивается эпоксидной смолой. Отъемные части крыла нагружены значительно меньше и не требуют такой прочности, как центроплан. Они собираются по классической системе из цельных нервюр и поясов лонжеронов. Для изготовления нервюр необходимо изготовить шаблоны нервюр 5 и 12. Для чего на лист дюрала наносится контур нервюр с линиями вырезов под пояса лонжеронов. После обработки по контуру в шаблонах сверлятся отверстия под штыри. По ним в заготовках нервюр с 5 по 12 сверлятся отверстия. После этого заготовки надеваются на штыри, и с обеих сторон ставятся шаблоны нервюр 5 и 12. После затяжки штырей гайками вся пачка нервюр обрабатывается по контуру, и в ней пропиливаются пазы под пояса лонжеронов. Для облегчения в нервюрах делаются вырезы. Каркас отъемной части крыла собирается путем закладки и вклейки поясов лонжеронов в пазы нервюр, расставленных по рабочему чертежу. Стыковка отъемной части крыла с центропланом производится на стапеле после установки рубильников под 4-е нервюры центроплана и 12-е — отъемной части крыла.

Для изготовления обшивки носка крыла необходимо сделать болванки по контуру нервюр с отступлением внутрь на толщину обшивки. Заданный контур обшивки носка получается путем обтягивания болванок распаренной 3-мм бальзой с последующей обмоткой бинтом. Перед окончательной сборкой и оклейкой бальзой крыла надо разместить и установить узлы подвески элеронов, петлю подвески щитков, узел установки качалки руля высоты, механизмы управления щитками и сбросом бомб. После тщательной проклейки каркаса крыла производится приклейка носка и дальнейшая его оклейка калиброванной 3,5—4-мм баль-

зой. Элероны на Ил-2 обшиты перкалем, и поэтому для точного сходства количество и размещение нервюр на модели должно соответствовать количеству и размещению их на самолете. Элероны оклеиваются микалентной бумагой или шелком. Обтекатели шасси выклеиваются из стеклоткани или капрона на специальной болванке, выполненной по чертежам сечений с отступлением внутрь на толщину обшивки. При изготовлении щитков необходимо отразить внутренний набор коробчатых нервюр и коробчатого лонжерона.

Изготовление оперения. Набор стабилизатора и киля состоит из передней кромки, лонжерона с узлами подвески руля высоты и набора нервюр из калиброванной бальзы толщиной 2 мм. После склейки каркаса стабилизатор и киль обшиваются калиброванной бальзой толщиной 1,5 мм. Рули высоты и поворота оклеиваются бумагой или шелком, набор нервюр должен соответствовать самолету-прототипу.

В последнее время для изготовления винтов все чаще применяются полистирол и стеклонити. Кок винта точится на токарном станке с помощью фигурных резцов или выдавливается на оправке из листового алюминия толщиной 0,8—1,0 мм.

Шасси (см. рис. 8) является наиболее нагруженным агрегатом и при его изготовлении для данной модели лучше не скупиться весом. Цилиндры и стойки необходимо точить из стали с последующей запрессовкой бронзовых втулок. Втулки колес делаются из дюрала. На чертеже дана конструкция шасси модели-копии Ил-2 чемпиона СССР мастера спорта СССР международного класса Ю. Крылова.

Технологию изготовления деталей шасси каждый моделист намечает сам в зависимости от имеющегося оборудования и инструмента.

Отделка модели. Самолет Ил-2 был солдатом нашей Родины, вынесшим на своем «горбу» все тяготы войны. Он изготовлялся в условиях военного времени, и его отделка не блистала полировкой. Штампованный бронекорпус и выклеенный из березового шпона хвост минимально зачищались и шли под окраску. Окраска производилась пятнами, искажающими очертания и затрудняющими обнаружение самолета. Как правило, Ил-2 окрашивался зеленым с желтизной цветом, затем коричневой краской наносились пятна без резкого перехода. Поэтому полировку и лакировку модели для Ил-2 не производят. Ее выполнение приводило к снижению оценки за отделку. Об этом сообщал в печати после выступлений наших спортсменов за рубежом заслуженный тренер СССР Ю. Сироткин. Примером удачной отделки является модель-копия самолета Ил-10 авиамоделиста В. Борзова, где имитация люков, зализов из алюминиевой фольги, тщательное исполнение мелких деталей шасси и матовая поверхность окраски создают реальное представление о самолете-прототипе.



## ПОЛЕТ МОДЕЛИ

В соответствии с Правилами кроме обязательной программы, спортсмен должен выполнить в полете пять произвольных демонстраций по выбору. Перечень их (с коэффициентом трудности) следующий: многомоторность К-4; петля Нестерова К-4; поворот на горке К-4; восьмерка К-4; конвейер К-6; парашют К-6; уборка и выпуск шасси К-8; выпуск и уборка щитков К-4; три круга под углом  $45^\circ$  К-4; переворотный полет 3 круга К-6; управление оборотами К-2; произвольная К-2—6.

Все выполняемые произвольные демонстрации должны иметь документальное подтверждение о выполнении их самолетом-прототипом. Для штурмовика Ил-2 наиболее подходящими будут такие:

уборка и выпуск шасси; выпуск и уборка щитков; сброс бомб; конвейер (модель должна совершить посадку и, пробежав не менее полу круга, вновь взлететь); управление оборотами двигателя.

Приводим возможные варианты их выполнения.

Уборка и выпуск шасси. Для осуществления уборки и выпуска шасси рассмотрим примененный на модели Ил-2 вариант механической системы управления с помощью отдельной корды. Он привлекает своей простотой и надежностью, хотя и требует высокого мастерства пилота. В выпущенном положении устойчивость шасси обеспечивается отрицательным углом между осями верхней и нижней половин складывающегося подкоса и усилием от резинового амортизатора. При уборке усилие от корды выгоднее всего приложить ближе к шарнирному узлу подкоса шасси. Корды, выводящиеся через укрепленные на стенке отсека шасси ролики или через направляющую трубку с плавным изгибом на  $90^\circ$  от каждой ноги, стыкуются с основной кордой уборки шасси.

Управление уборкой и выпуском шасси возможно и от общего для обеих ног вала, который приводится в движение с помощью корды или от электромотора с редуктором. Описание конструкции электропривода для уборки и выпуска шасси и щитков неоднократно публиковалось в

журналах «Крылья Родины» и «Моделист-конструктор». Но это специальная область со своими, многочисленными решениями. Создание электромотора с редуктором у каждого моделиста решается по-своему, в зависимости от наличия готовых изделий и возможностей в изготовлении валов и шестерен. Начинать изготовление модели в таком случае нужно с изготовления шасси и механизмов по чертежу с дальнейшей проверкой и отладкой на стенде, воспроизводящем места крепления шасси на модели.

Выпуск и уборка щитков. Для выпуска и уборки щитков есть очень простая и надежная схема, проверенная в работе. В нервюрах центроплана устанавливаются направляющие для трубчатой тяги, на которой шарнирно установлены качалки, соединенные со щитками центроплана. Для исключения отсоса и провисания щитков необходимо установить по одной пружине на среднюю и крайнюю часть щитка. Щиток консоли крыла, прижатый пружиной, отклоняется штырьком, установленным на щитке центроплана. Управление осуществляется натяжением корды, прикрепленной к трубчатой тяге. При сдвиге тяги качалки толкают щитки и опускают их, при этом сжимается пружина, установленная на другом конце трубчатой тяги, обеспечивающая возвращение ее в исходное положение. Пружина крепится к неподвижной нервюре.

Сброс бомб. В четырех отсеках устанавливаются замки, состоящие из рычага, заходящего в ушки кронштейна подвески. Кордой сброса бомб открываются замки, и бомба падает на предварительно подтянутые пружинками створки бомболюков, которые открываются и после сброса автоматически закрываются. Пружины необходимо подобрать с учетом обеспечения открытия створок под весом бомб и исключения отсоса створок в полете.

Управление оборотами мотора. Управление оборотами осуществляется кордой, связанной кинематически с рычагом дроссельной заслонки на карбюраторе двигателя.

## ЛИТЕРАТУРА

- Ефимов А. Н. Над полем боя. М., Воениздат, 1976.  
Козлов П. Я. Илы лежат на фронт. М., Изд-во ДОСААФ, 1976.  
Костенко И. К. и Данин С. М. Советские самолеты. М., Изд-во ДОСААФ, 1973.  
Бедункович А. П. Проектирование самолетов. Издание ЛКВВИА, 1948.

- Асташенков П. Т. Конструктор легендарных «илов». М., Политиздат, 1970.  
Александров С. С. Крылатые танки. М., Воениздат, 1971.  
Шавров В. Б. История конструкций самолетов в СССР до 1938 г. М., «Машиностроение», 1969.  
Яковлев А. С. Цель жизни. М., Политиздат, 1969.



**РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ**



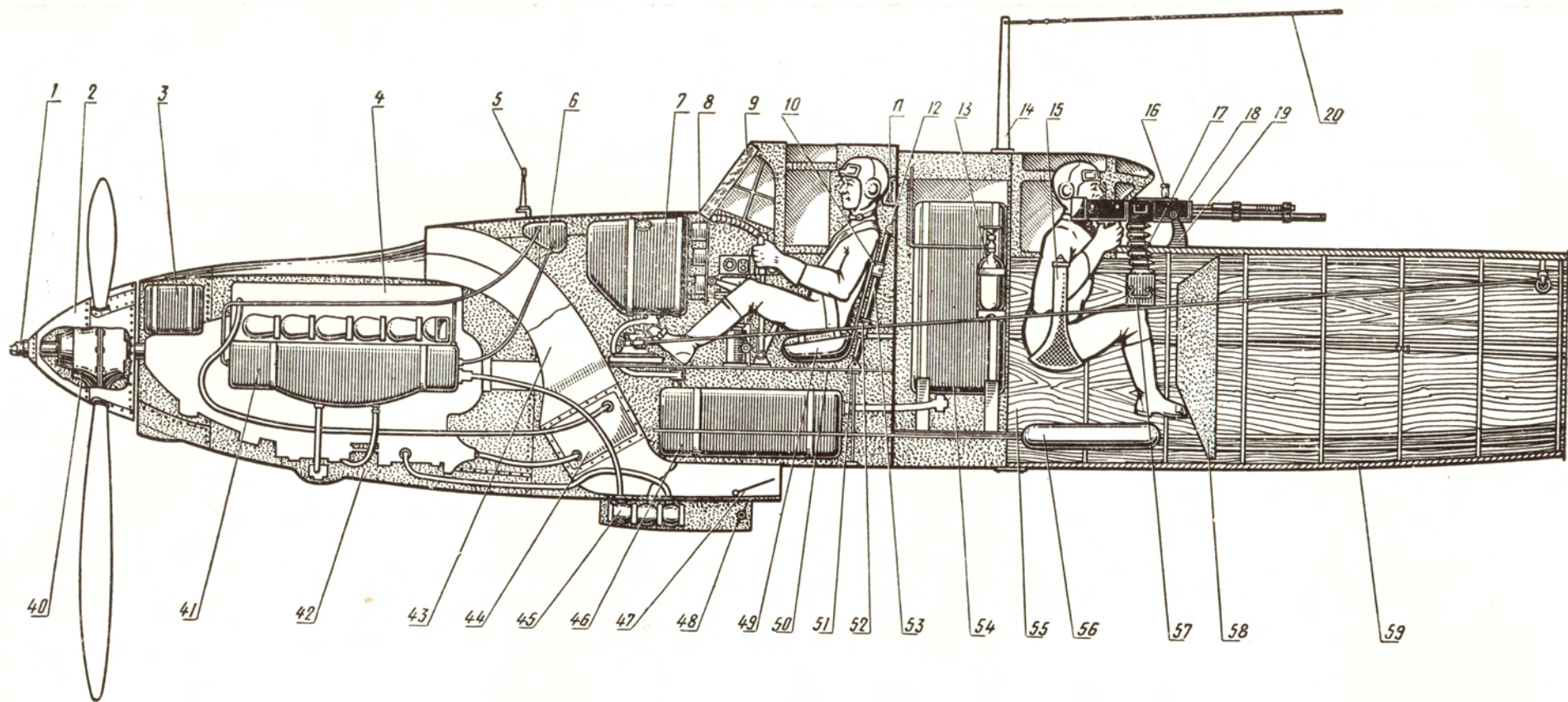
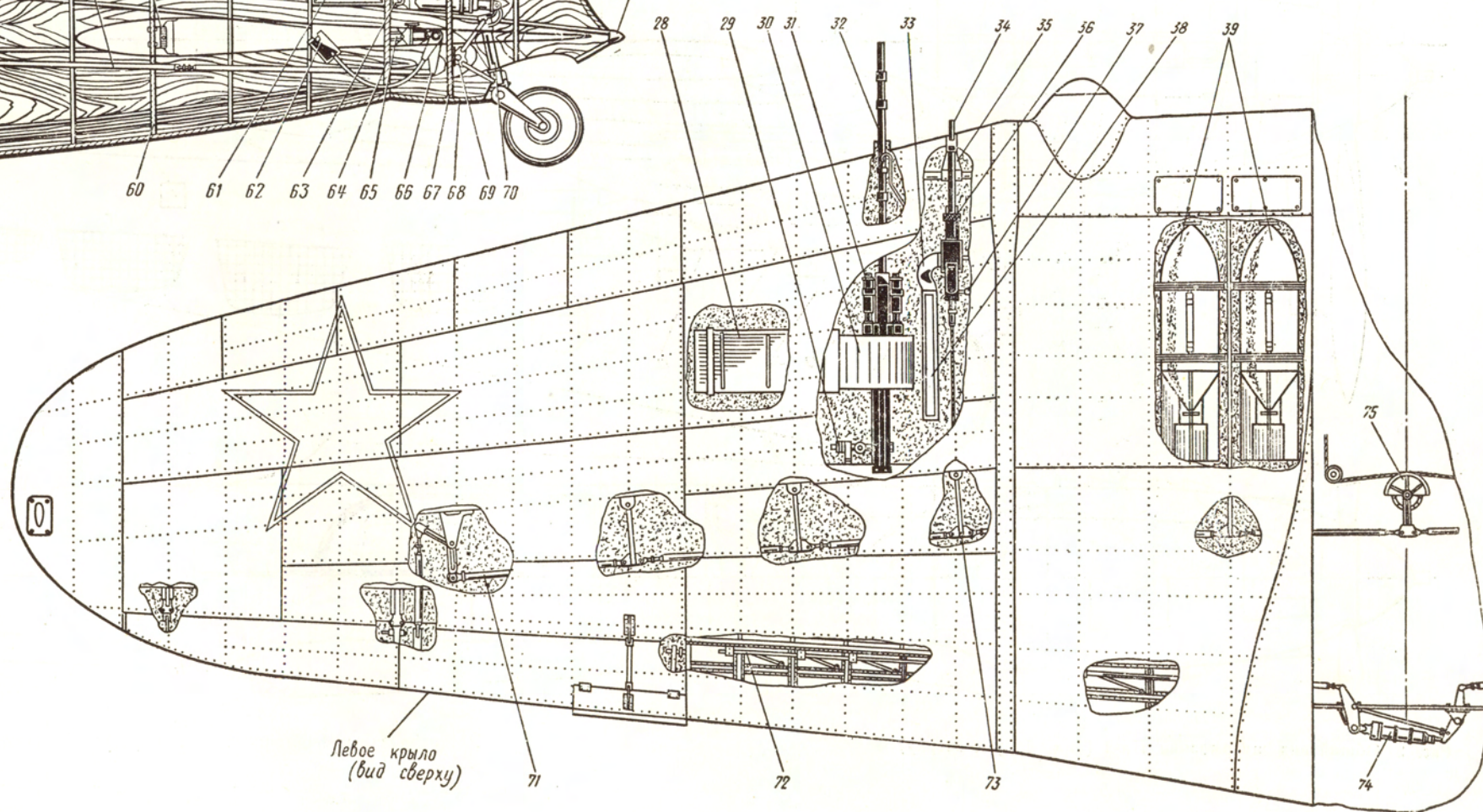
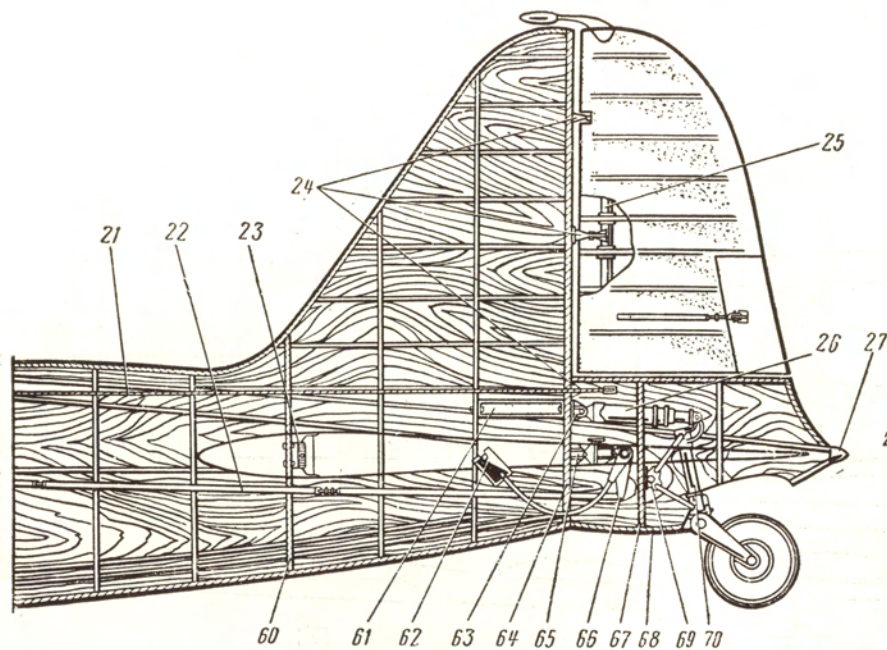


Рис. 1. Компоновка самолета Ил-2:

1 — храповик для автостартера; 2 — обтекатель втулки винта; 3 — расширительный бачок; 4 — мотор АМ-33Ф; 5 — штырь прицела ВВ-1; 6 — бачок-пенегаситель; 7 — верхний бензобак; 8 — приборная доска; 9 — лобовое бронестекло; 10 — узел регулирования сиденья по высоте; 11 — подголовник пилота; 12 — верхний узел крепления стоек; 13 — баллон с  $\text{CO}_2$  для заполнения бензобаков; 14 — стойка антенны; 15 — брезентовое сиденье стрелка; 16 — ручка перезарядки пулемета; 17 — патронная лента; 18 — пулемет УБТ; 19 — вильчатый шкворень; 20 — антенна; 21 — трос управления рулем поворота; 22 — жесткая тяга управления рулем высоты; 23 — передний узел крепления стабилизатора на шпангоуте 11; 24 — узлы навески руля поворота; 25 — трубчатый лонжерон руля поворота; 26 — амортизатор костьля; 27 — хвостовой АНО (белый); 28 — снарядный ящик; 29 — заднее крепление пушки; 30 — снарядный рукав; 31 — переднее крепление пушки; 32 — пушка ВЯ; 33 — жесткий рукав; 34 — пулемет ШКАС; 35 — переднее крепление пулемета; 36 — среднее крепление пулемета; 37 — заднее крепление пулемета; 38 — патронный ящик; 39 — внутренняя подвеска бомб; 40 — винт АВ-5Л-158; 41 — маслбак; 42 — носовая часть фюзеляжа — бронекорпус; 43 — туннель обдува водорадиатора; 44 — водорадиатор; 45 — маслорадиатор; 46 — нижний бензобак; 47 — заслонка водорадиатора; 48 — заслонка маслорадиатора; 49 — сиденье пилота; 50 — пол пилотской кабины; 51 — нижний узел крепления стоек сиденья; 52 — направляющий кронштейн сиденья; 53 — наклонные стойки; 54 — задний бензобак; 55 — кабина стрелка; 56 — баллон для сжатого воздуха; 57 — патронный ящик; 58 — бронестенка стрелка; 59 — хвостовая часть деревянной конструкции; 60 — шпангоут 11 усиленный; 61 — силовая рама под узел амортизатора костьля; 62 — весовой компенсатор руля высоты; 63 — узел крепления амортизатора костьля; 64 — шпангоут 14 усиленный; 65 — узел крепления стабилизатора на шпангоуте 14; 66 — качалка руля высоты; 67 — шпангоут 15 усиленный; 68 — предохранительная пята; 69 — узел крепления фермы костьля на шпангоуте 15; 70 — нога костьля; 71 — тяга управления элеронами; 72 — тяга управления щитками; 73 — качалка управления элеронами; 74 — цилиндр управления щитками; 75 — сектор управления элеронами







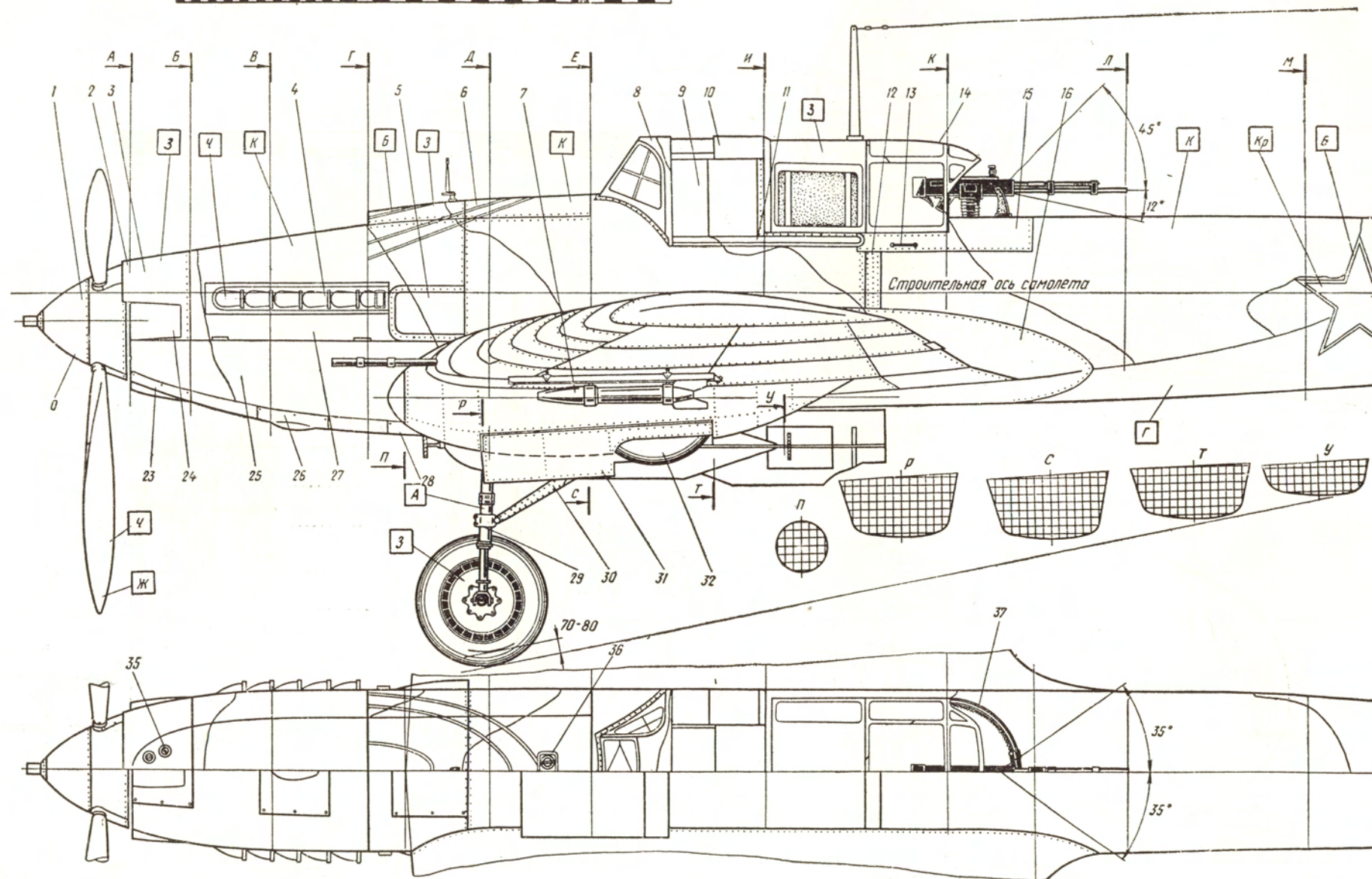
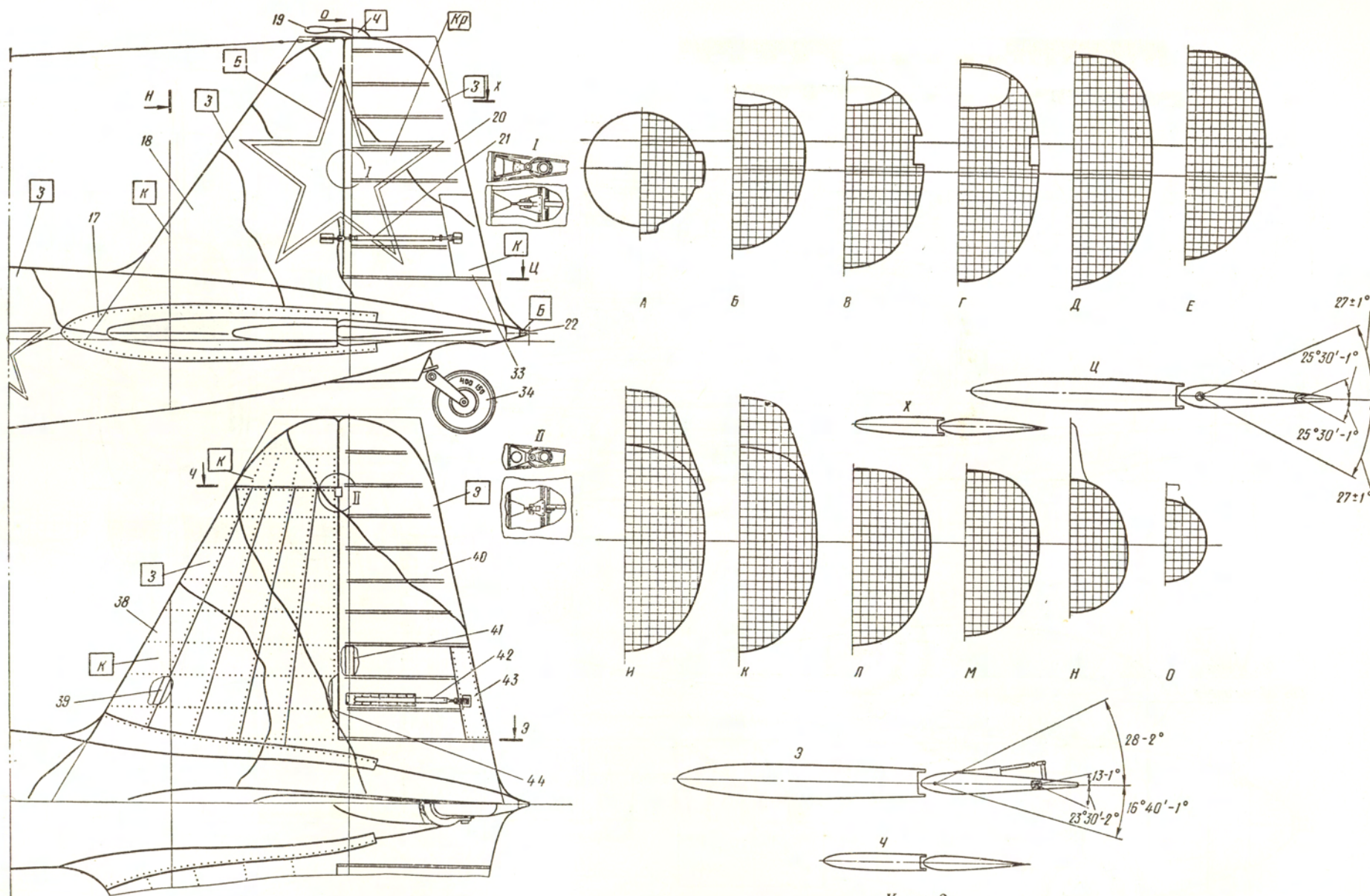


Рис. 2. Общий вид штурмовика Ил-2 (вид сбоку и сверху)

Расшифровка информации о цвете окраски самолета ИЛ-2:

[А] — алюминиевый	[Ж] — желтый	[Кр] — красный
[Б] — белый	[З] — зеленый	[О] — оранжевый
[Г] — голубой	[К] — коричневый	[Ч] — черный

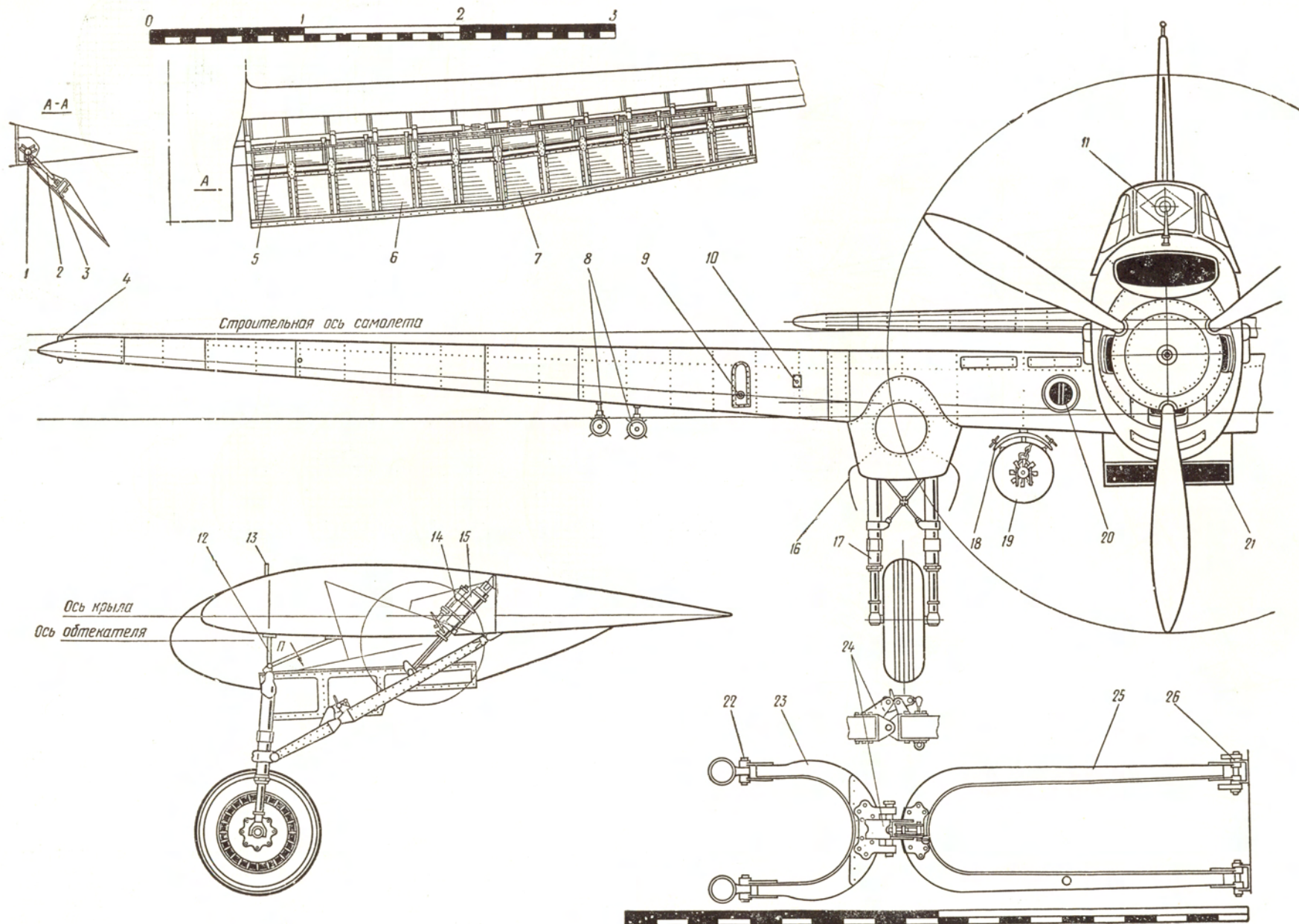




К рис. 2:

1 — обтекатель втулки винта (кок); 2 — козырек защиты от попадания воды; 3 — капот двигателя; 4 — выхлопные патрубки; 5 — задняя боковая крышка съемная; 6 — белые линии прицеливания при бомбометании; 7 — подвеска реактивных снарядов РС-132; 8 — неподвижный козырек фонаря; 9 — форточка пилота; 10 — подвижная часть фонаря; 11 — рельс подвижной части фонаря; 12 — стыковочная металлическая лента; 13 — поручень для влезания в кабину; 14 — откидной фонарь стрелка; 15 — наружный лист жесткости; 16 — зализ крыла; 17 — зализ стабилизатора; 18 — киль; 19 — весовой компенсатор руля поворота; 20 — руль поворота; 21 — тяга триммера руля поворота; 22 — хвостовой огонь АНО (белый); 23 — передняя нижняя откидная крышка капота; 24 — верхняя боковая крышка с воздухозаборником для продувки капота; 25 — нижняя часть капота; 26 — средняя нижняя откидная крышка капота; 27 — боковая откидная крышка капота; 28 — задняя нижняя откидная крышка капота; 29 — вилка ноги шасси; 30 — подкос шасси; 31 — створка гондолы шасси; 32 — шасси в убранном положении; 33 — триммер руля поворота; 34 — костыльное колесо; 35 — заливная горловина водяной системы; 36 — заливная горловина бензосистемы; 37 — турельное кольцо пулемета УБТ; 38 — стабилизатор; 39 — передний лонжерон стабилизатора; 40 — руль высоты; 41 — трубчатый лонжерон руля высоты; 42 — тяга триммер-флетнера руля высоты; 43 — триммер-флетнер руля высоты; 44 — задний лонжерон стабилизатора.



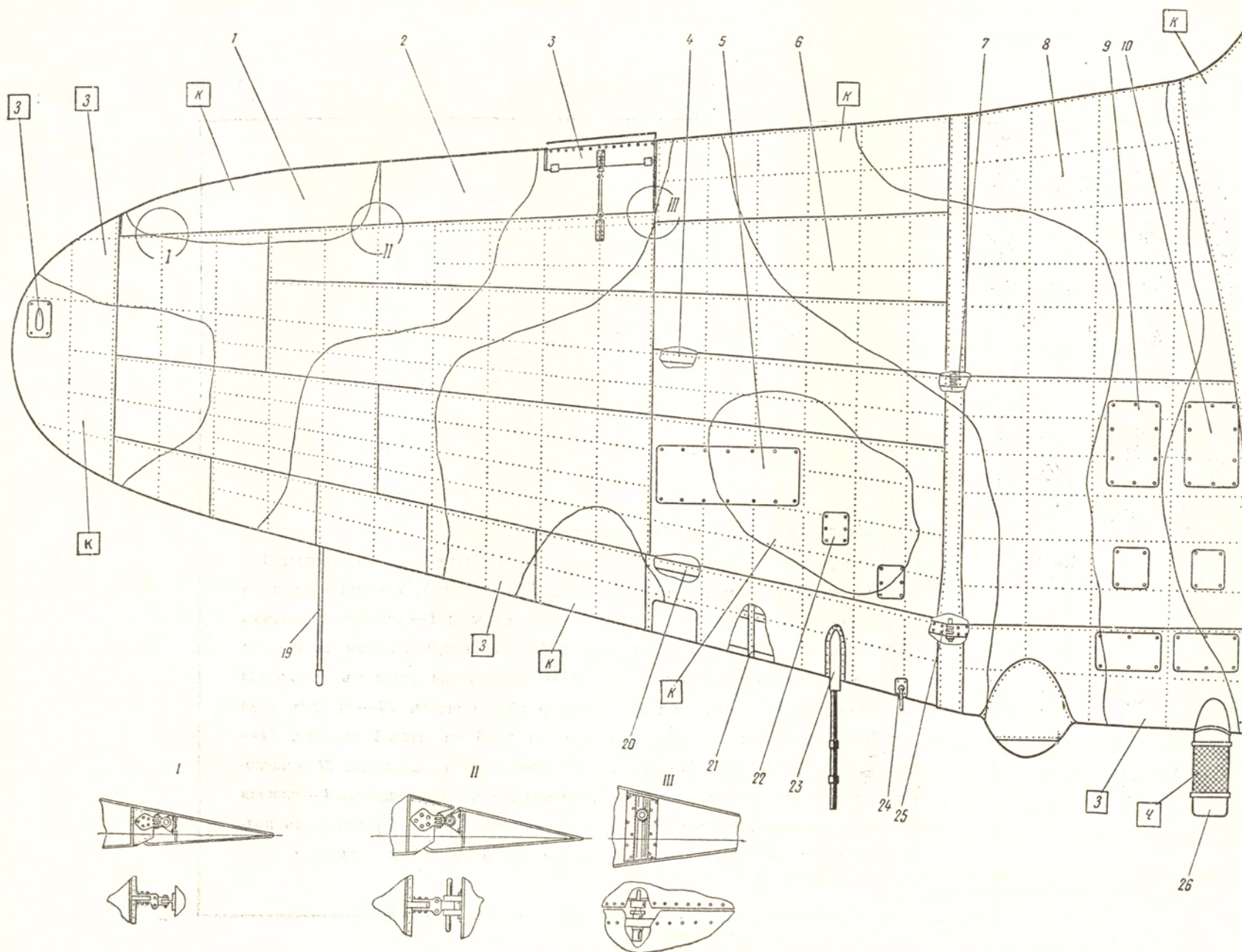
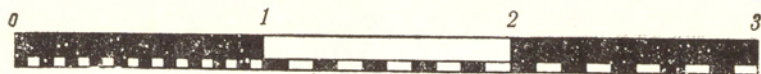




**Рис. 3. Общий вид штурмовика Ил-2 (вид спереди):**

1 — узел направляющей тяги управления щитками; 2 — тяга подвески щитков; 3 — коробчатый лонжерон щитка; 4 — правый огонь АНО (зеленый); 5 — тяга управления щитками; 6 — щиток центроплана; 7 — щиток консоли крыла; 8 — реактивные снаряды РС-132; 9 — пушка ВЯ; 10 — пулемет ШКАС; 11 — сетка прицеливания на лобовом стекле; 12 — пирамида крепления шасси; 13 — механический указатель положения шасси; 14 — цилиндр-выключатель; 15 — цилиндр уборки шасси; 16 — створка люка шасси; 17 — нога шасси; 18 — наружная подвеска бомб на второй нервюре; 19 — фугасная бомба ФАБ-250; 20 — фильтр воздухозаборника двигателя; 21 — масло-радиатор в бронекоробке; 22 — узел крепления подкоса к стойке шасси; 23 — нижняя часть подкоса шасси; 24 — средний узел подкоса с замком; 25 — верхняя часть подкоса шасси; 26 — узел крепления подкоса шасси на заднем лонжероне.







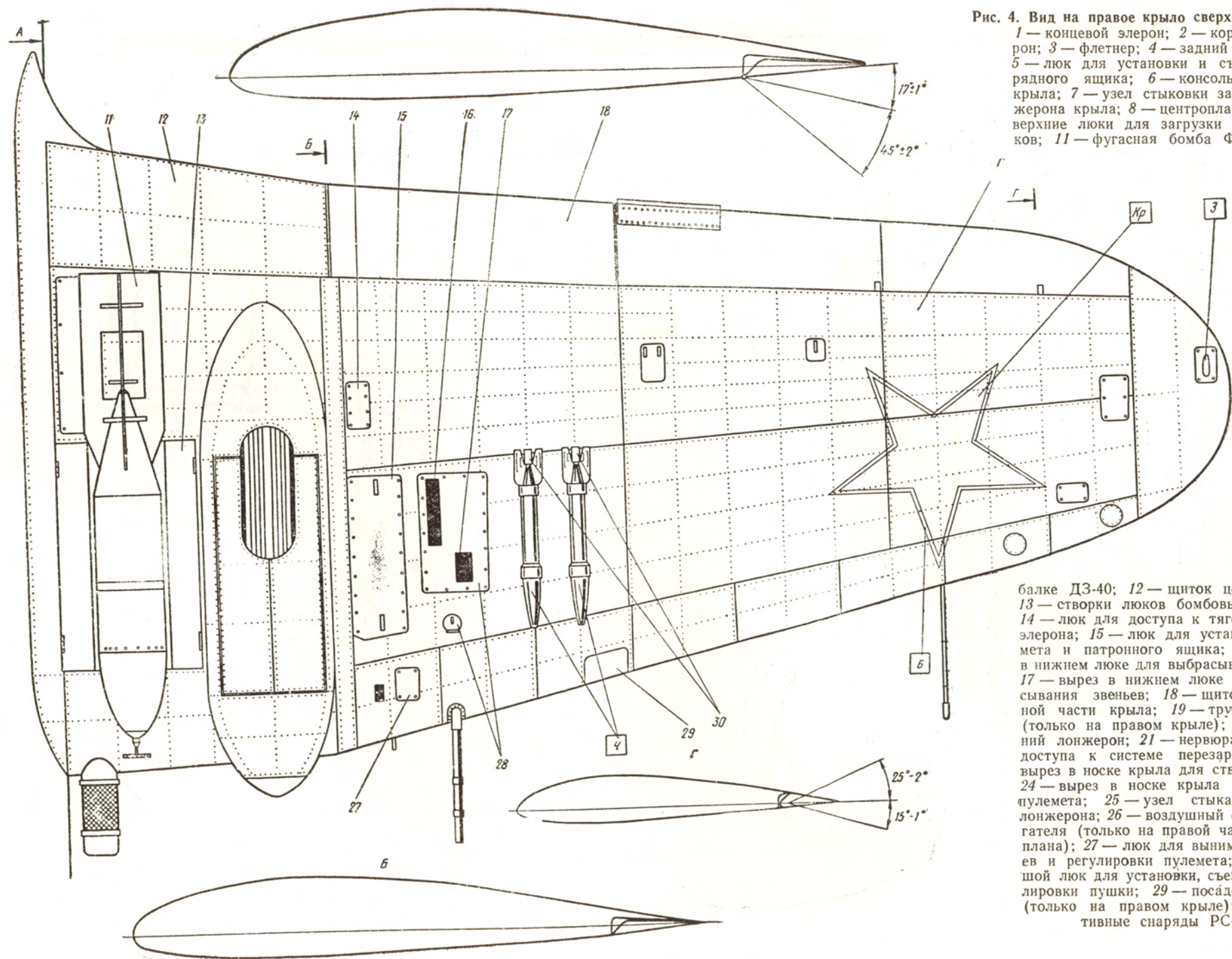
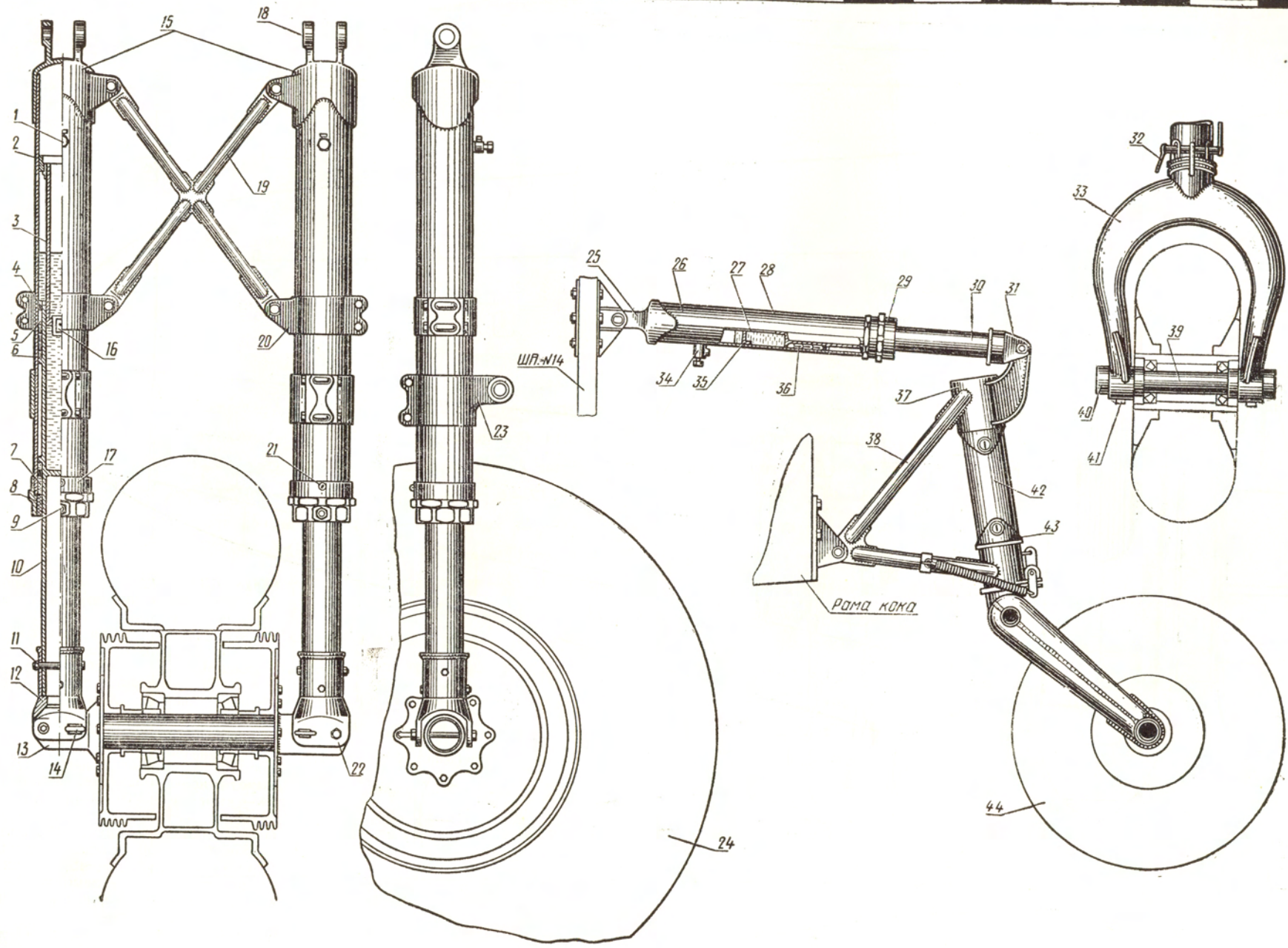
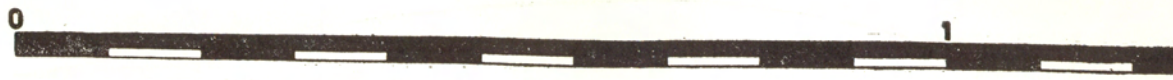


Рис. 4. Вид на правое крыло сверху и снизу:

1 — концевой элерон; 2 — корневой элерон; 3 — флетнер; 4 — задний лонжерон; 5 — люк для установки и съемки снаряженного ящика; 6 — консольная часть крыла; 7 — узел стыковки заднего лонжерона крыла; 8 — центроплан; 9—10 — верхние люки для загрузки бомбоотсеков; 11 — фугасная бомба ФАБ-250 на

балке ДЗ-40; 12 — щиток центроплана; 13 — створки люков бомбовых отсеков; 14 — люк для доступа к тяге и качалке элерона; 15 — люк для установки пулемета и патронного ящика; 16 — вырез в нижнем люке для выбрасывания гильз; 17 — вырез в нижнем люке для выбрасывания звеньев; 18 — щиток консольной части крыла; 19 — трубка ПИТО (только на правом крыле); 20 — передний лонжерон; 21 — нервюра; 22 — люк доступа к системе перезарядки; 23 — вырез в носке крыла для ствола пушки; 24 — вырез в носке крыла для ствола пулемета; 25 — узел стыка переднего лонжерона; 26 — воздушный фильтр двигателя (только на правой части центроплана); 27 — люк для вынимания звеньев и регулировки пулемета; 28 — большой люк для установки, съемки и регулировки пушки; 29 — посадочная фара (только на правом крыле); 30 — реактивные снаряды РС-132



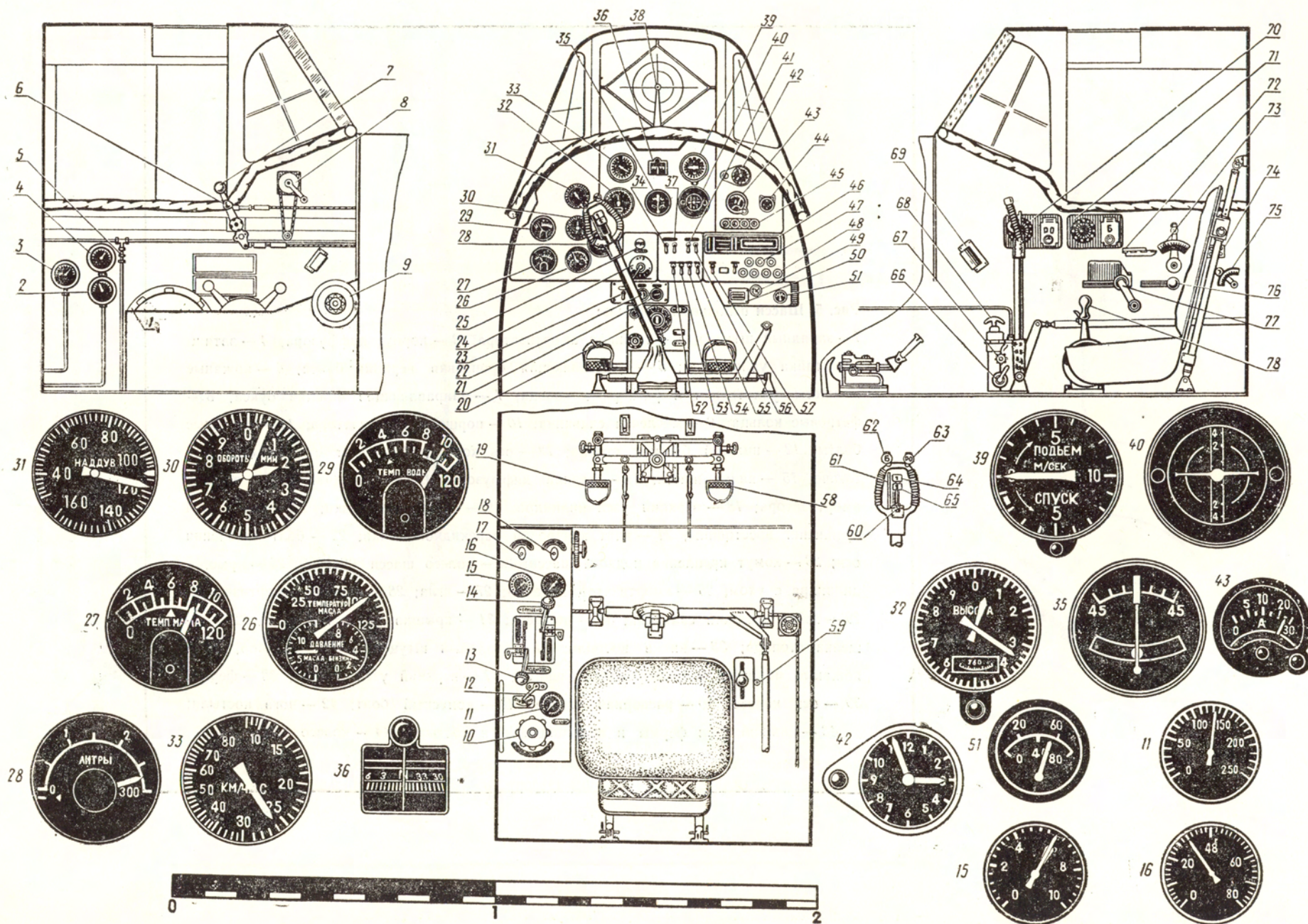




**Рис. 5. Шасси основное и костыль:**

1—зарядный штуцер; 2—цилиндр амортизатора; 3—корпус диффузора; 4—затяжная гайка уплотнения; 5—направляющая бронзовая верхняя букса; 6—кожаные манжеты уплотнения и распорные кольца; 7—направляющая нижняя букса; 8—фетровые кольца; 9—масленка сальника; 10—поршень амортизатора; 11—конусные болты; 12—нижний башмак стойки; 13—ось колеса; 14—болт с ухом под трос тягача; 15—вилка шасси; 16—клапан диффузора; 17—перекидная гайка поршня амортизатора; 18—верхний узел цилиндра; 19—крестовина вилки; 20—хомут для крепления крестовины; 21—винт контровки перекидной гайки; 22—болт крепления оси; 23—хомут крепления подкоса шасси; 24—колесо шасси 800×260; 25—крышка цилиндра с ухом; 26—амортизатор костыля; 27—игла; 28—цилиндр амортизатора; 29—гайка затяжки сальника; 30—поршень; 31—крышка поршня с ухом; 32—защелка стопора; 33—вилка костыля; 34—зарядный штуцер; 35—диффузор; 36—кожаные манжеты с распорными кольцами; 37—верхний узел фермы; 38—ферма; 39—ось колеса; 40—распорная втулка; 41—конусный болт; 42—нога костыля; 43—нижний узел фермы и подшипник ноги костыля; 44—колесо 400×150







**Рис. 6. Общий вид кабины самолета Ил-2:**

1 — штурвальчик управления шторкой водорадиатора; 2 — манометр заполнения воздушной системы; 3 — манометр системы перезарядки; 4 — манометр системы перезарядки; 5 — кран воздушной системы; 6 — рукоятка высотного корректора; 7 — рукоятка нормального газа; 8 — управление триммером; 9 — штурвальчик управления шагом винта; 10 — запорный кран; 11 — манометр бортового баллона; 12 — дополнительный кран; 13 — рукоятка крана щитков; 14 — рукоятка крана шасси; 15 — манометр тормозов; 16 — манометр воздушной сети; 17 — тормозной кран; 18 — соединительный кран; 19 — педаль левая; 20 — радиоприемник; 21 — выключатель освещения кабины; 22 — выключатель освещения приборной доски; 23 — выключатель вибратора; 24 — переключатель магнето; 25 — кнопка вибратора (пуск); 26 — трехстрелочный индикатор; 27 — термометр входящего масла; 28 — бензиномер БЭ-499; 29 — термометр воды ТВЭ-41; 30 — счетчик оборотов ТЭ-22; 31 — указатель наддува (мановакуумметр); 32 — высотомер; 33 — указатель скорости; 34 — выключатель фары; 35 — указатель поворота «Пионер»; 36 — компас КИ-11; 37 — выключатель хвостового огня; 38 — сетка прицела ВВ-1; 39 — вариометр; 40 — авиагоризонт АГП-1; 41 — выключатель АНО; 42 — часы; 43 — вольтметр; 44 — розетка 27 В; 45 — сигнальные лампы положения шасси; 46 — выключатель обогрева сбрасывателя; 47 — кнопка сигнализации сброса бомб; 48 — сигнализация сброса бомб; 49 — рукоятка пожарного крана; 50 — переключатель бензиномеров; 51 — манометр баллонов запуска; 52 — выключатель термометров; 53 — выключатель аккумулятора; 54 — выключатель обогрева трубки ПИТО; 55 — выключатель рации; 56 — выключатель АНО; 57 — выключатель сигнализации шасси; 58 — педаль правая; 59 — сигнальная лампочка; 60 — предохранитель гашеток; 61 — тормозной рычаг; 62 — кнопка бомбосбрасывания; 63 — кнопка для пуска реактивных снарядов; 64 — гашетка для стрельбы из пушек; 65 — гашетка для стрельбы из пулеметов; 66 — распределительный кран; 67 — воздушный кран; 68 — плунжер бензонасоса; 69 — рефлектор кабиной лампочки; 70 — ЭСБР-ЗП реактивных снарядов; 71 — ЭСБР-ЗП бомб; 72 — рычаги перезарядки пушек и пулеметов; 73 — рукоятка управления шторками маслорадиатора; 74 — микротелефонный щиток; 75 — рукоятка стопора костыля; 76 — рукоятка предохранителя пневмоперезарядки; 77 — рукоятка лебедки аварийного выпуска шасси; 78 — рукоятка аварийного сбрасывания бомб.



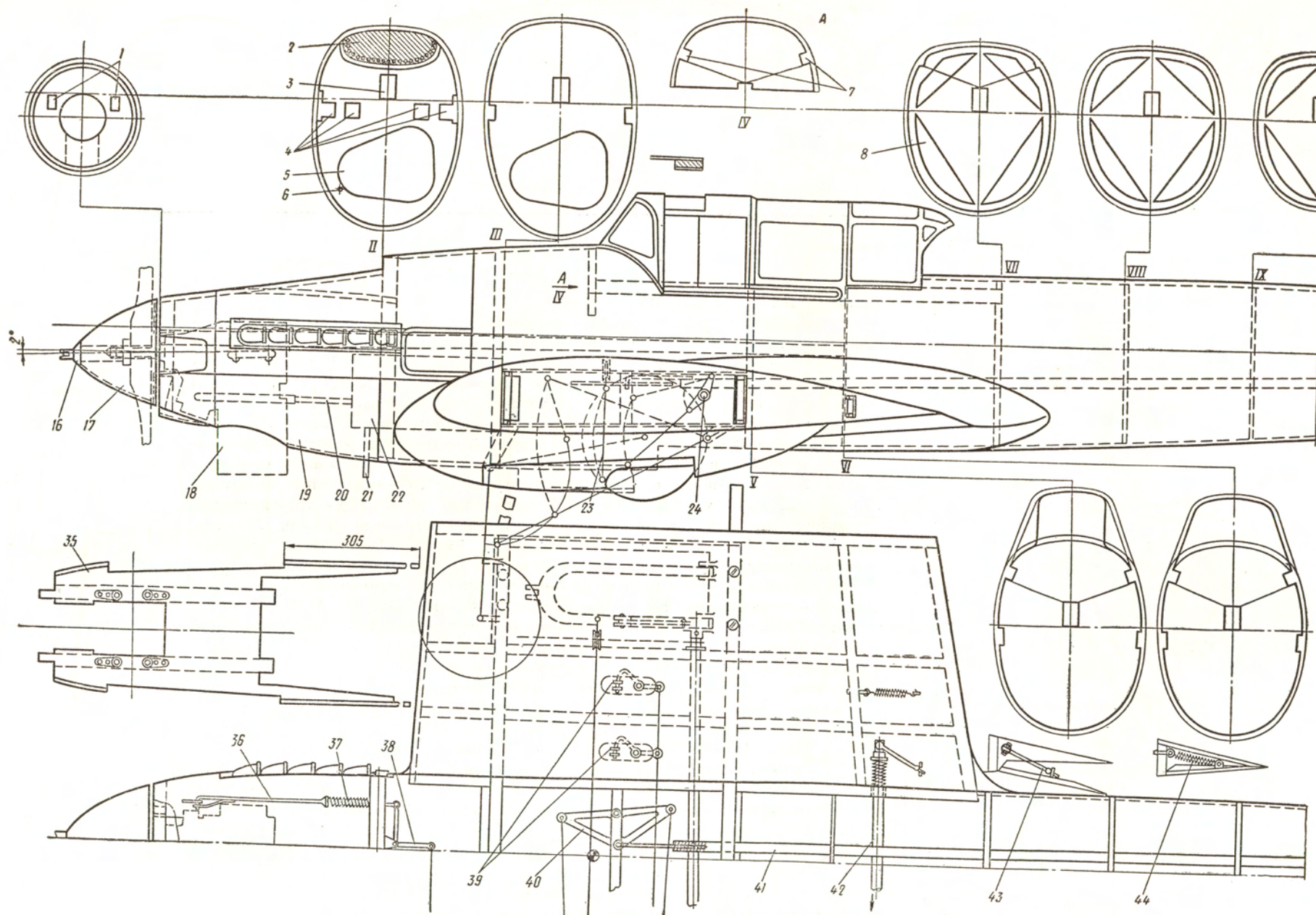
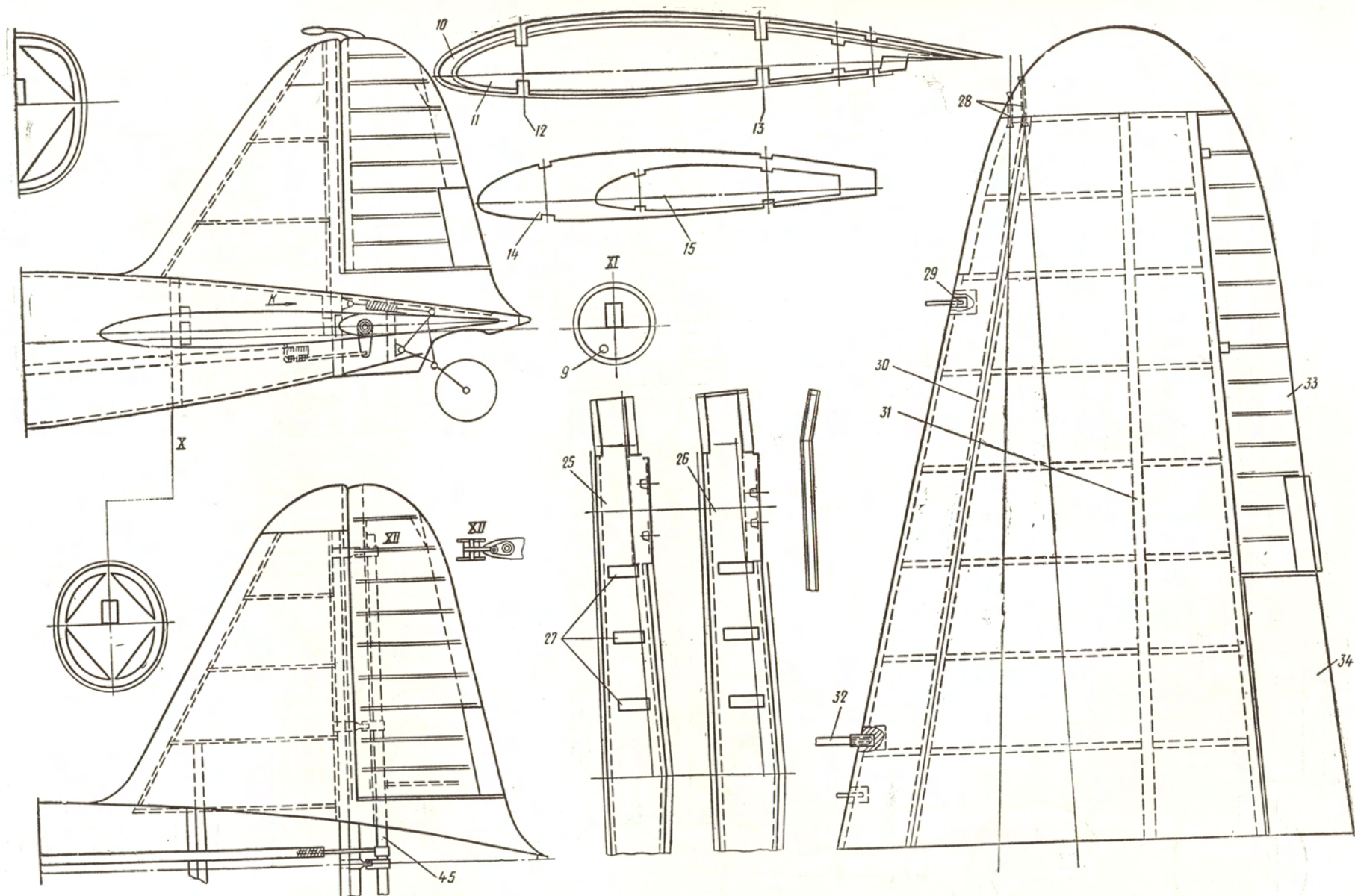


Рис. 7. Примерный рабочий чертеж модели самолета-штурмовика Ил-2:

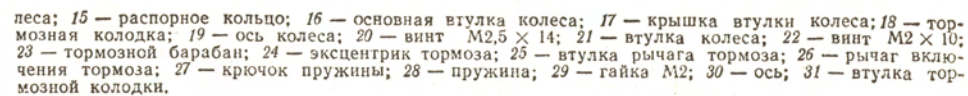
1 — окна для установки моторамы на шпангоуте № 1; 2 — заштрихованная часть вырезается после оклейки носовой части фюзеляжа; 3 — вырез под ступень; 4 — места крепления моторамы; 5 — вырез под топливный бак; 6 — отверстие для тяги регулирования оборотов двигателя; 7 — прорез для вклейки бортового обрамления кабины; 8 — технологические части, выпиливаемые после частичной оклейки хвостовой части фюзеляжа; 9 — отверстие для тяги руля высоты; 10 — первая нервюра центроплана; 11 — четвертая нервюра центроплана; 12 — ось переднего лонжерона центроплана (линия разреза нервюр после обработки по контуру); 13 — ось заднего лонжерона центроплана (линия разреза нервюр); 14 — контур четвертой нервюры консольной части крыла; 15 — контур десятой нервюры консольной части крыла;





16 — фигурный болт крепления кока винта; 17 — кок винта; 18 — двигатель; 19 — съемная часть капота; 20 — трубка питания топливом; 21 — дренажная трубка бака; 22 — топливный бак; 23 — трос уборки шасси кордой; 24 — вал уборки шасси с электроприводом; 25 — задний лонжерон центроплана; 26 — передний лонжерон центроплана; 27 — вырез для установки нервюры центроплана; 28 — направляющие трубки для выхода корд; 29 — втулка с резьбой М2,5 для съемной трубки ПИТО; 30 — передний лонжерон; 31 — задний лонжерон; 32 — втулка с резьбой М4 для съемного ствола пушки; 33 — элерон; 34 — щиток консольной части крыла; 35 — моторама; 36 — тяга к дроссельной заслонке двигателя; 37 — пружина; 38 — качалка; 39 — замки подвески бомб; 40 — качалка руля высоты; 41 — тяга руля высоты; 42 — тяга управления щитками; 43 — качалка управления щитками; 44 — пружина подтяга щитков; 45 — трубчатый лонжерон руля высоты







35 коп.