



FORMLAB

ГАЙД ПО РАЗРАБОТКЕ КОРПУСА

С ЧЕГО НАЧАТЬ? СКОЛЬКО БУДЕТ СТОИТЬ? ГДЕ ПРОИЗВОДИТЬ?
ЧТО ДЕЛАТЬ ОБЯЗАТЕЛЬНО, А ЧЕГО НИ В КОЕМ СЛУЧАЕ НЕЛЬЗЯ?
ОТВЕТЫ НА ЭТИ ВОПРОСЫ — ЗДЕСЬ

ПОДРОБНЫЙ ПЛАН РАЗРАБОТКИ
ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОДРЯДЧИКА
СТОИМОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НА РЕАЛЬНЫХ ПРИМЕРАХ

Содержание

Алгоритм разработки корпуса <i>Проектируем корпус самостоятельно.</i> <i>Подробное руководство</i>	4
Как выбрать правильную технологию прототипирования корпуса? <i>Подбираем оптимальный способ изготовления прототипа</i>	17
Сколько стоит серийное производство? <i>От мелких партий до крупных</i>	21
Сколько стоит корпус? <i>Как за пару минут самостоятельно рассчитать цену корпуса</i>	29
ФОРМЛАБ – КТО МЫ <i>Специалисты по корпусам</i>	35

Как спроектировать корпус

Почти полное руководство



— Изучая рунет, я не смог найти ни одной статьи, которая описывала бы ВСЁ этапы разработки и производства корпуса устройства.

Ни одной. Всё, что есть в интернете, касается лишь одного или двух аспектов этого процесса. Ну например: давайте набросаем корпус и распечатаем на 3D-принтере. Или купим типовой и насверлим в нём отверстий. Хотя на Хабре и есть пара материалов, но они тоже не так полны информацией, как могли бы быть.

Но так, чтобы были расписаны все этапы, от идеи до серийного производства, — я такого не нашёл. Поэтому решил написать своё руководство, максимально наполненное фактами, картинками и примерами.



Андрей Востриков

Руководитель
бюро инженерного
дизайна
«ФОРМЛАБ»



Алгоритм разработки корпуса

Проектируем корпус самостоятельно.
Подробное иллюстрированное руководство – со схемами
и примерами

Вы почти наверняка можете спроектировать корпус для своего устройства самостоятельно. Главное – хорошо представлять себе весь цикл – от идеи до производства.

Разработка корпуса – процесс, разбитый на несколько обязательных этапов. Это даже обсуждать не буду: проверено много раз. Даже если вы не собираетесь связываться с «большим» производством (например, если планируете делать устройство только для себя), всё равно лучше бы вам соблюдать правильную последовательность этапов.

А для сомневающихся в своих силах скажу сразу: вы точно сможете разобраться во всем этом: программное обеспечение шагнуло далеко вперёд, и сейчас не нужно тратить несколько лет, чтобы поставить себе на стол первый прототип корпуса.

1. ЗАДАЧА

- 1.1. Сформулировать хотелки
- 1.2. Установить планку себестоимости и тираж
- 1.3. Заполнить техническое задание

2. ДИЗАЙН

- 2.1. Набросок идеи
- 2.2. Прорисовка эскиза
- 2.3. Разработка 3D-модели
- 2.4. Визуализация

3. ИНЖИНИРИНГ

В какой программе лучше проектировать?

- 3.1. Компоновка элементов
- 3.2. Инженерное моделирование
- 3.3. Проработка под технологию производства

4. КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

- 4.1. Подетальные и сборочные чертежи
- 4.2. Спецификации
- 4.3. Оценка себестоимости

5. ПРОТОТИП

- 5.1. Производство прототипа
- 5.2. Сборка и испытания
- 5.3. Правки моделей и документации

6. ТЕСТОВАЯ ПАРТИЯ

- 6.1. Производство
- 6.2. Обратная связь от пользователей
- 6.3. Правка моделей и документации

7. СЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

- 7.1. Производство

Алгоритм разработки корпуса



formlab.ru

1. ЗАДАЧА

У меня есть тест, который позволяет отсеять горе-инноваторов-компилянтов. Я прошу прислать описание их идеи с формальными (численными) характеристиками.

Например, идея такая-то, прибор функционировать должен столько-то и вот так-то, себестоимость примерно вот такая. Если продукт – чистый компилянт (к чайнику прикрутим вай фай + облачный сервис с блокчейном) то описания (как правило) нет и не будет: человек, скорее всего, ленится, ему надо, чтобы его выслушали, с его слов задачу описали.

Но проблема здесь даже не в лени, а в нежелании подумать над ключевыми характеристиками изделия, которые имеют непосредственное отношение к сложности будущего продукта. Не мне вам объяснять, что хоть функционал, время автономной работы, планка себестоимости (и продаж) непосредственно влияют на «железную» составляющую будущего устройства.

Именно поэтому нужно сформулировать всё, что мы хотим воплотить, и описать в документе. Даже если понятно, что это всё ещё поменяется 30 раз, да. Поэтому переходим к п.1.1. – ответьте на 5 главных вопросов.

1.1. Сформулировать хотелки

1. Для чего вам нужен корпус – что вы с ним будете делать?



Использовать дома, создадите прототип для инвестора или станете продавать заказчикам? Ответ на этот вопрос сразу подскажет, до какой стадии готовности нужно проектировать корпус. Ведь есть технологии, которые прощают ошибки при разработке (например, 3D-печать), а есть те, которые могут погубить проект (пресс-формы, об этом далее).

2. Какой тираж у вашего устройства планируется в первый год?

Я понимаю, что часто чёткого ответа на этот вопрос может не быть, но хотя бы предположите. Одно устройство? Десятки, сотни или тысячи?

От ответа зависит выбор технологии производства, что, в свою очередь, сильно влияет на бюджет проекта. Подробнее об этом [в заметке о том, как оценить корпус](#). А вот [примеры цен на производство корпусов](#) с разными размерами и тиражами, изготовленных по различным технологиям.

3. Насколько для корпуса важен дизайн?

Все мы любим красивые и удобные вещи. Но так ли важен дизайн для начала реализации проекта? Подробнее об этом – вот в [этой заметке](#).

4. В каких условиях будет работать прибор или устройство?

В обычных, при комнатной температуре? А если на улице под снегом?

5. Кто ваши конкуренты?

Если вы на этот вопрос ответили, что конкурентов нет, то тут что-то не так: вы либо поленились искать, либо в принципе неправильно оцениваете реальную потребность вашего клиента и то, как её решает ваш продукт (темы немного касаюсь [здесь](#)). Ответы на все эти вопросы лягут в основу технического задания.

1.2. Установить планку себестоимости и тираж

Очень важный пункт. О максимальной себестоимости изделия поначалу мало кто думает. Чем быстрее будет она понятна (хотя бы на уровне начинка + корпус), тем скорее проект завершится, и тем меньше будет блужданий и итераций.

Если данных совсем нет, можно глянуть на конкурентов. Берём средневзвешенного прямого конкурента, смотрим продажную цену его продукта, делим её на три части: себестоимость + маркетинг + маржа.

Вот в этой планке себестоимости нам и придется крутиться. И подчеркну – неважно, насколько эта оценка точна, главное – порядок затрат на одно изделие, который потом окажет влияние на всё: какой тираж лучше планировать, какие компоненты использовать и насколько велики будут стартовые затраты.

Хозяйке на заметку: даже если вы выпускаете изделие тиражом меньше, чем у конкурентов, получить цену ниже, чем у них, не получится. Те стартовые затраты, которые они уже несколько лет отбивают, вам только предстоят.

1.3. Заполнить техническое задание

Всю информацию, которую мы собрали выше, нужно внести в **техническое задание**. Его форма зависит только от вас – пишите так, как считаете нужным. Ну или [качайте наш шаблон](#) (с инструкцией по заполнению, в архиве есть даже [пара «живых» примеров](#)).

2. ДИЗАЙН

Ещё один вопрос, который я часто задаю в беседах с клиентами: «Насколько вам важен дизайн?»

Подавляющее большинство отвечает, что важен, и это понятно (а где нет?). Но лучше задать дополнительный вопрос: «А у вас есть конкуренты? Они вкладывают в дизайн своих изделий?» И как раз ответы на эти вопросы дадут более чёткое и глубинное представление, насколько дизайн нужен для продаж продукт. Я уже как-то затрагивал эту тему [на Хабре](#).

2.1. Набросок идеи

Эскизирование (оно же ручные наброски) позволяет представить, как будет выглядеть будущий корпус. Сейчас вы скажете: зачем это нужно? Всё же и так будет понятно.

Не совсем верно.

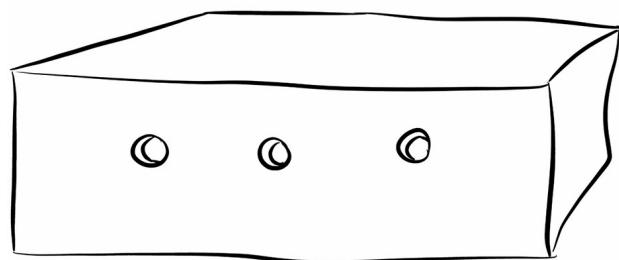
Опыт показывает, что визуализация проекта важна потому, что мы все по-разному видим одни и те же вещи. Если вам нужно, чтобы другие разработчики увидели будущий корпус прибора так же, как и вы, нарисуйте его – так, как сможете.

Можно просто начать делать наброски одного какого-то элемента, и сразу становится понятно, в ту сторону идёшь или нет:

Набрасывать можно на салфетке или листе А4; по дороге домой в метро, в кафе, на коленке, – да где угодно. Повторюсь, качество не имеет значения.

2.2. Прорисовка эскиза

Ручной рисунок хорош только одним – скоростью. Но часто то, что нарисовано на картинке



Сделайте набросок так, как получится. Художником здесь быть не надо



Ещё наброски

(если ты не профессиональный дизайнер), на практике нереализуемо. Поэтому надо «приземлять» свою идею, подтягивая её к реальности, – начиная с габаритов и заканчивая детализацией элементов. Лучше сделать скриншот изображения своей электронной платы и попытаться поверх получившейся картинки набросать то, как вы видите корпус.

Здесь качество тоже не сильно важно: главное, чтобы человек, которому вы это продемонстрируете,



Детализированная прорисовка

те, представил, что именно вы хотели показать, – то есть чтобы вы были правильно поняты.

Что нужно показать на рисунке:

- пропорции;
- из каких деталей корпус будет состоять;
- то, где находятся органы управления и индикации прибора;
- материалы, из которых сделаны детали.

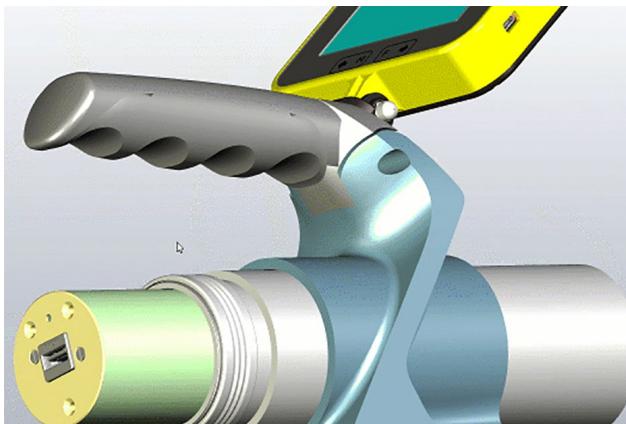
Имеет смысл проверить результат на ком-нибудь, кто делает проект вместе с вами. Например, покажите рисунок программисту, который сидит за соседним столом, и спросите его, как он понял идею (и понял ли вообще). Если коллега после разглядывания рисунка начнёт говорить о проблемах («Здесь плата не войдёт, а вот как ты тут шлейф пропустишь?»), – отлично. Это значит, что, скорее всего, форм-фактор и пропорции корпуса верны, он вашу идею воспринял.

Ну а дальше надо просто разработчикам начать договариваться о деталях и «расшивать» дополнительными поясняющими рисунками проблемные места будущего изделия.

2.3. Разработка 3D-модели

Если вы хотя бы немного владеете САПР, пропустите этот этап. Если нет, то совет один: начните использовать САПР :) Но не AutoCAD – это не то).

Далее привожу свой собственный список нужного софта – ссылками на официальные сайты разработчиков. На этапе разработки модели можно использовать самые простые и даже бесплатные программы. Ведь задача этапа относительно проста – всего лишь представить будущий корпус в реальных габаритах и пропорциях.



3D-модель

Настоятельно рекомендую проектировать дизайн сразу в инженерном софте (из [списка](#)) – сэкономите себе пачку нервов и ведро крови. Никаких полигональных 3ds Max'ов и аналогов. На крайний случай можно использовать поверхностные моделиеры (Rhino, Alias studio), и то в умелых руках.

2.4. Визуализация

Этот пункт можно бы пропустить вообще – визуализация (рендеринг модели с фотoreалистичными материалами), по моему наблюдению, исчезает из проектов в своём чистом виде. Так происходит

потому, что результат (красивые картинки) потерял свою значимость для реального процесса разработки изделий. Он нужен только для отделов рекламы – чтобы менеджеры смогли показать картинки инвесторам, партнёрам и начальству.

Но если вам всё же придется показывать свой проект кому-то, то встроенных в САПР визуализаторов будет более чем достаточно. Если нет, проще обратиться к фрилансерам и поручить эту задачу им – есть масса ПО, которое делает красивые картинки буквально на лету (гуглите *keyshot*, например).

На рендерах имеет смысл показывать степень глянцевости (матовости) поверхности и цвета (см. рис.).



Ручка у прибора сделана из матового пластика

Название	Сайт	Для каких задач	Для кого (уровень)	Для чего лучше не использовать
Google SketchUP	https://www.sketchup.com/	Простые корпуса	Новичок	Проектов с серийным производством
КОМПАС-3D	http://kompas.ru/	Любые корпуса	Новичок и выше	Проектов со сложной геометрией корпуса
SolidWorks	https://www.solidworks.com/	Любые корпуса	Новичок и выше	Проектов со сложными поверхностями/ дизайном
Inventor	https://www.autodesk.ru/products/inventor/	Любые корпуса	Новичок и выше	Проектов со сложными поверхностями/ дизайном
NX	https://www.plm.automation.siemens.com/ru/products/nx/	Любые корпуса	Специалист	–
CATIA	https://www.3ds.com/products-services/catia/	Любые корпуса	Специалист	–

Это список САПР, с которыми сталкивался сам, но их великое множество – на любые вкус, задачу и кошелёк. Желающим больше САПРов велкам в [Википедию](#).

3. ИНЖИНИРИНГ

В какой программе лучше проектировать корпус

Отлично, внешний вид примерно определён, теперь давайте займемся инжинирингом будущего корпуса и начнём проработку его конструкции.

Здесь уже придется освоить новую программу – систему автоматизированного проектирования (САПР, CAD). Таких программ десятки, все разные и предназначены для разной аудитории и разных задач. Поэтому я составил список тех, которые подходят большинству.

Сразу отмечу, что искать бесплатные версии вам нужно самостоятельно, но они есть в свободном доступе, просто имеют ограничения либо предназначены для некоммерческого использования.

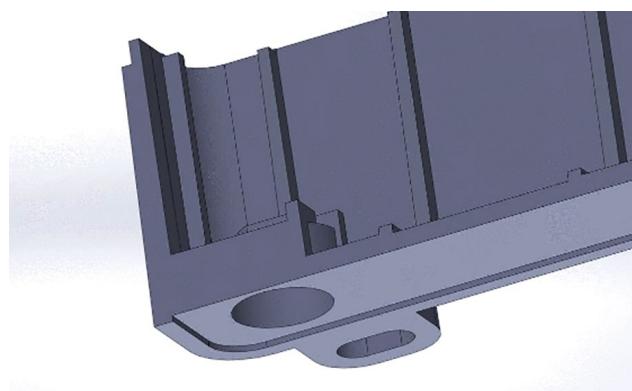
Если у вас достаточно квалификации для проектирования электроники, то рекомендую сразу посмотреть на «Компас», «Солидворкс» или «Инвентор»: это лёгкие для изучения программы, по работе с ними в сети есть масса материалов и роликов, а в них самих имеется всё для разработки и производства; короче, в них можно делать проекты в расчёте на любую технологию. Также они почти всегданы в плане форматов. Сам я много лет работал в SolidWorks, проблемы видел только при использовании сложных поверхностей.

3.1. Компоновка элементов

Теперь нужно смоделировать вашу плату или основные компоненты в 3D. Вокруг этой модели мы и будем в дальнейшем строить наш корпус.



Строим корпус



Чтобы всё получилось, при инженерном моделировании просто придерживайтесь правил

Постарайтесь поточнее измерить все детали, принцип «на глазок» лучше не использовать – идеально использовать модель от производителя компонентов и самой платы и проверять всё «руками» на «живых» деталях – со штангенциркулем.

Не нужно бояться ошибиться – всегда есть возможность откатиться и исправить какой-то размер.

3.2. Инженерное моделирование

Строим вокруг платы корпус, начиная от основных примитивов и самых больших размеров и постепенно детализируя.

Здесь **нужно соблюдать несколько основных правил:**

- не должно быть пересекающихся деталей;
- вам нужно представить, как корпус должен собираться, а все детали – сопрягаться друг с другом;
- надо стремиться к равнотолщинности: все стенки корпуса должны быть примерно одинаковой толщины, например, 1,5 мм.

3.3. Проработка под технологию производства

«Я планирую производить мой продукт серийно или делаю его только для себя?»

На этом этапе проработки корпуса очень важно ответить себе на этот вопрос максимально честно. Если не планируете «серию», то сразу переходите на следующую стадию процесса разработки. Если же «серия» в планах есть, то нужно решить, каким тиражом будет выпускаться изделие.

Подробно про тираж и его расчёт рассказано [здесь](#).

А сейчас давайте ограничим свои хотелки парой десятков корпусов. Такой тираж идеально подходит под технологию литья полиуретана в силиконовые формы (детали изготавливаются из материала, который идентичен обычной пластмассе).

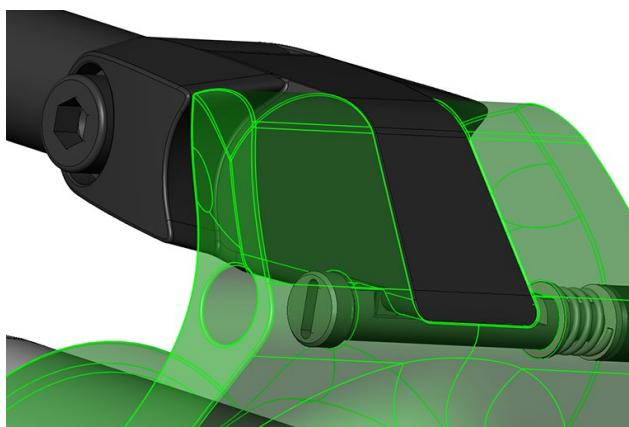
Но сначала сделаем наше изделие более технологичным. Нам нужно, чтобы корпус можно было достать из силиконовой формы (оснастки), а значит, все стенки формы должны быть под небольшим наклоном (уклонами), буквально 3° по вертикали. Проверка модели после этого проходит правильно – поверхности становятся зелёными.

Опять повторюсь – не нужно бояться ошибиться. Цикл разработки как раз так устроен, чтобы все ошибки проявлялись, и их можно было исправить.

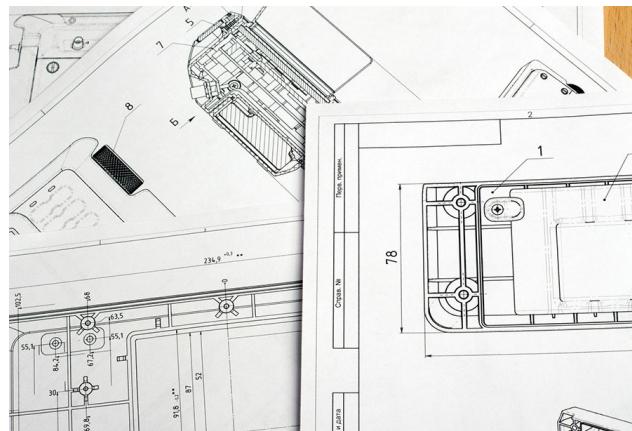
4. КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Пакет конструкторской документации – это, по сути, единый пакет файлов, который должен максимально подробно описать для производства ваш корпус и все его составляющие. Внутри будут (кроме трёхмерных моделей из предыдущего раздела) подетальные и сборочные чертежи, спецификации (список деталей с их параметрами), документ о себестоимости производства по этой документации.

Все чертежи делаются, как правило, в том же САПР, в котором вы и разрабатывали модели, но я всё же рекомендую передавать их на подготовку специалистам с соответствующим опытом: можно здо-



Если поверхность зелёного цвета, значит, всё идёт как надо



Как ни крути, но без чертежей вы не обойдётесь

рово обжечься, не заметив ошибку в оформлении или не дав нужной информации на чертеже.

4.1. Подетальные и сборочные чертежи

Не раз слышал, что чертежи всё меньше используются в проектной работе. Но это не совсем так – чертёж не заменить ничем.

Штука в том, что чертёж описывает то, что в модель добавить нельзя: допуски, точность производства, материалы, способы сопряжения зависимых деталей и многое другое. По стандартам оформления конструкторской документации. Если не по стандартам, то у разных предприятий будут разнотечения документации, а значит, проблемы при производстве будут гораздо больше.

Примеры конструкторской документации вот.

4.2. Спецификации

Тоже важная составляющая пакета конструкторской документации. Это описание всех деталей, количества, материала, из которого корпус изготавливается, цена (если компонент покупается) и любая другая важная информация, – всё в виде единой таблицы, которая заполняется в самом конце разработки и дополняет собой пакет с чертежами и моделью.

4.3. Оценка себестоимости

Она же коммерческое предложение, она же квотейшн, она же оффер (как выглядит, смотрите на рисунке).

No	Part Name	Picture	Material	Color	Surface Finish	Treatment	Cooling	FDM Total price(\$US)	Quantity	FDM Total Price(\$US)	Notes
1	Upper_part		ABS	RAL 9017	Smooth matte	CNC	Painting	US\$110.00	1	US\$110.00	13 thread insert
2	Sealing_external		Silicone 40 deg.	Natural	Glossy	Vacuum casting Non		US\$100.00	1	US\$100.00	Made by VC, so expect about 20% price increase.
3	Sealing_internal		Silicone 40 deg.	Natural	Glossy	Vacuum casting Non		US\$40.00	1	US\$40.00	
4	Lower_part		ABS	RAL 9017	Smooth matte	CNC	Painting+scrigraphy	US\$350.00	1	US\$350.00	
5	Decor_panel		ABS	RAL 9003	Smooth matte	CNC	Painting+scrigraphy	US\$142.00	1	US\$142.00	
6	Back_plate		Steel 304	Natural	Ra 3.2	CNC	Non	US\$44.00	1	US\$44.00	

А если есть красная печать, так вообще хорошо.



5. ПРОТОТИП

Фактически наш корпус разработан, но это пока ещё картинка на мониторе, 3D-модель.

Опыт показывает, что в любой 3D-модели есть ряд недостатков, которые в виртуальной среде разработки просто невозможно вычислить. Для выявления и устранения проблем нужна физическая модель – прототип корпуса. Давайте им и займёмся.

Для этого нужно экспорттировать вашу модель из исходной программы в универсальный формат, например, .stl, и отправить в компанию, которая занимается 3D-печатью. Их очень много, поиск вам в помощь (и я бы не гнался за самым малым ценником – ничем хорошим это не заканчивается).

Первый вопрос от такой компании по печати будет таким: «А по какой технологии вы хотите печатать ваш корпус?»

Вопрос резонный: технологий уже несколько десятков, и каждая из них имеет свои плюсы и минусы. Поэтому давайте определимся: что мы хотим от прототипа?



По какой технологии будем печатать?

- Конечно, собрать устройство и посмотреть, как оно будет выглядеть – закрыть вопрос собираемости. Заодно проверить, выглядит ли всё так, как ожидалось.

- Хотелось бы потестировать устройство в жизни, потаскать в кармане, выставить на улицу под снег или окунуть в реальную лужу, чтобы проверить герметичность.

- Показать инвестору, клиенту, на выставке – решить вопросы маркетинга, бизнес-задачу и т.д.

К сожалению, одновременно решить все эти задачи прототип первого поколения не сможет. На нём можно проверить лишь собираемость и условно оценить внешний вид. (кстати, как раз об этом говорю на [недавнем видео](#)). «Условно» – потому, что напечатанный макет корпуса будет далёк от реально-го, производимого серийно. Но пока это и не нужно.

5.1. Производство прототипа

Для прототипа первого поколения (или макета) лучше выбрать самую дешёвую технологию – **печать пластиковой нитью**, или **FDM**.



Макет, напечатанный по технологии FDM

Если кратко, то корпус будет печататься из пластиковой нити послойно снизу вверх. Принтеры, печатающие пластиковой нитью или по технологии FDM, есть сейчас везде. Стоит всё это недорого (пара тысяч рублей за корпус, цены здесь и далее примерные).

Иногда даже целесообразно купить принтер и делать макеты сразу во время разработки, но это даёт экономию только по времени.

Если же средства позволяют, то лучше заказать более качественную печать по технологиям *SLA* или *SLS* (тут уже стоимость будет от 10 тысяч рублей).

И чтобы два раза не вставать: мини-лекция «[Когда и почему 3D-печать бесполезна?](#)».

Фрезеровка пластика и металла – из пластиковой болванки фрезеруется нужный корпус или деталь, которая мало отличается от серийного изделия. Такой корпус будет стоить от 30 тысяч рублей.

Литьё в силикон – вообще хороший вариант (и единственный, если вам требуется герметичность корпуса или «резиновые», т.е. гибкие детали). Цена корпуса – уже от 50 тысяч рублей.

5.2. Сборка и испытания

По итогам прототипирования вы сразу увидите, где есть проблемы в конструкции и дизайне корпуса. Поэтому следующим этапом станет возврат на предыдущую стадию и внесение правки в модель. И так – несколько раз, в зависимости от вашей аккуратности и наличия опыта.

Специалисты обходятся парой поколений прототипов и переходят дальше, новичкам нужно больше – иногда доходит даже до десятков. Почему прототипирование важно? Чем больше прототипов будет изготовлено, тем больше проблем будет выявлено, а значит, конечный продукт будет максимально продуманным.

Если нажмёте на [ссылку](#), то сможете посмотреть видео сборки предсерийного дозиметра-радиометра МКС-17Д «Зяблык», фото которого которого мы уже [здесь показывали](#).

5.3. Правки моделей и документации

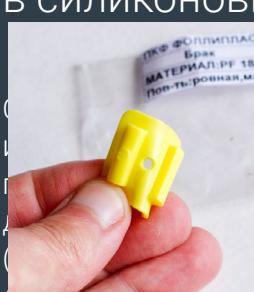
Про этот пункт никто на старте даже не думает, а избежать правок нереально: всегда (даже не так – **абсолютно по всех проектах**) после этапа тестирования (макетирования, прототипирования) выявляются ошибки, которые нужно исправить в модели и документации. А потом опять и снова. Исправления должны продолжаться, пока не кончится бюджет команды: появится ощущение, что модель «вылизана» полностью, прототип идеален, нужно переходить к серийному производству.

6. ТЕСТОВАЯ ПАРТИЯ

Тестовая партия отличается от серийной, во-первых, тиражом: это, как правило, всего несколько изделий. Во-вторых, другой, менее массовой, технологией. И ровно поэтому каждый экземпляр из тестовой партии «золотой». На Хабре даже подсказали термин *golden sample*, – он полностью отражает суть. Давайте разберемся, как всё это организовать.

6.1. Производство

Любое производство начинается с подготовки к нему. Посмотрим, как это делается (не забудьте,



Литьё полиуретана
в силиконовые формы

Хотите знать, как
изготавливаются
корпуса для радио-
и электроники
техникой
литейных
технологий
или же
литейной
техникой
(стекло, керамик
и т.д.) – обратите
внимание на
этот раздел.
Мы будем рассказывать
о том, как изготавливаются
корпуса для радио-
и электроники
литейными
технологиями
и какими
материалами
используются
для этого.
Но есть и проблема: такие корпуса
не будут дешеветь с каждой новой
партией, так как каждый раз нужно
заказывать силиконовую форму.

Хозяйке на заметку – если все сделано
правильно, т.е. модель технологична,
то в одной силиконовой оснастке
можно отливать более 25 деталей, а если
нетехнологична – то нельзя и 25.

что наш условный тираж – два десятка корпусов). В качестве технологии производства возьмём литьё полиуретана в силиконовую форму.

Поиск производства. Поиск производства ничего не отличается от выбора любого другого подрядчика. За исключением бюджета – большому заводу абсолютно неинтересно заниматься маленьким заказом. В этом случае нужно либо проявлять настойчивость либо сразу отсеивать тех, кто на контакт не идёт.

Алгоритм следующий: ищем предприятие, использующие при производстве ту технологию, которая нам нужна, прикрепляем к заявке нашу модель в формате **.step** (или **.iges**), пишем на завод письмо, где указываем тираж, требования (цвет, жёсткость корпуса, наличие на нём надписей) и отправляем его всем, кого нашли.

Ждём откликов. Производства, которые откликнутся на ваше письмо, обязательно будут задавать вам уточняющие вопросы. Отвечайте на них подробно.

Ещё одна рекомендация – не обращать внимания на географию предприятия: нет смысла выбирать «поближе». Это точно не даст вам реального контроля над процессом производства, но цену однозначно увеличит. Китай здесь – вообще отдельная история, о которой можно писать тома.

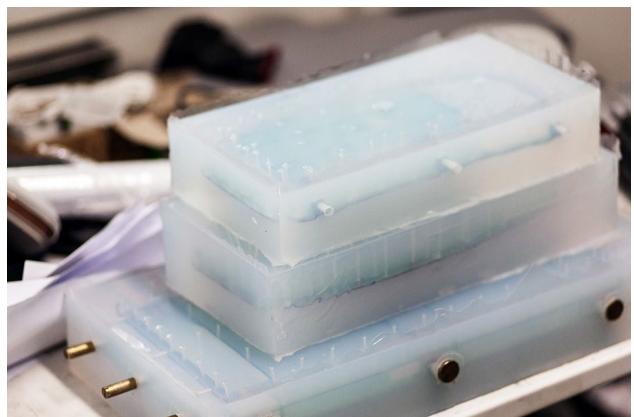
Для тех, кто ленится искать изготавителей корпуса самостоятельно, мы сделали сайт [«Заказист»](#).

Производство форм

Как я писал раньше, мы сейчас ограничимся простым примером – **литьём полиуретана в силиконовые формы**. Другие технологии сложнее.

Когда контракт заключен и оплачена его авансовая часть, завод начинает изготавливать формы для производства. Поскольку мы договорились, что нам нужны десятки корпусов, значит, форма будет из силикона, а перед этим нам сделают мастер-модель нашегокорпуса. Видео с этим процессом (ищите по ключевым «**литьё в силиконовые формы**») очень много в сети, а мы покажем фотографию самой формы (см. на фото).

В такой оснастке начинают производить тестовые экземпляры корпусов – чтобы понять, на-



Так выглядят силиконовая форма. Вас предупредили

Где производить?



Китай, Россия, Европа или другие страны?

Вот то, где конкретно заказывать производство корпуса, рекомендовать не получится: проблемы есть у каждого предприятия, причём страна не имеет значения. Косячат все – что Россия, что Китай, что Европа.

И высокий ценник не станет фильтром в таких ситуациях. Наверное, лучшей рекомендацией здесь будет обратиться к знакомому, который уже заказывал производство похожих изделий. Или к специалистам/посредникам, у кого есть проверенные подрядчики и опыт работы с ними.

То же самое касается и логистики – все компании обещают быстро, дёшево и надёжно, но косячат тоже все: то на границе что-то не так, то уехало не туда. К сожалению, универсального совета тут нет. Ну разве что посмотреть, сколько компания на рынке существует – чем дольше, тем (вероятно) она надёжнее.



Разработать – это полдела. Нужно ещё и изготовить

сколько вас устроит получившийся корпус. Если не устроит, то нужно вносить изменения либо в модель корпуса, а потом начинать заново весь процесс разработки, либо ограничиться «косметической» переделкой. Количество изменений и степень изменений угадать сложно, гарантий тоже добиться нереально, нужно просто проявлять здравый смысл и обсуждать правки со специалистами завода.

6.2. Обратная связь от пользователей

И это ровно то, ради чего и делается тестовая партия – пользователи скажут вам такие вещи, до которых дойти самостоятельно не получится. Условно мы предполагаем, что прибор будет использоваться вот так-то, но у реального пользователя сценарий будет совсем другим; а каким – об этом вы даже можете и не догадываться.

Для наглядности – пример. Спустя пару лет после выхода изделия в серию выяснилось, что пользователи вынуждены регулярно открывать корпус устройства. А конструкция креплений и защелок была сделана в расчёте на обратный сценарий – повесили и забыли. А если бы была изготовлена тестовая партия и решения принимались с оглядкой на тестирование не только прототипа, но и этой партии, то до появления проблемы дело бы вообще не дошло. Но тестовой партии не было, и пользователи до сих пор ломают корпус (подробнее – [тут](#)).

Обязательно надо не только слушать то, что говорят (потому что все врут), но и пытаться понять, о чём молчат (например, многое становится понятно по осмотру образцов, если

видишь сколы на корпусе, царапины от отвертки, пережатые винты и т.д.)

Всё это даёт тонну информации, которая расскажет о проблемах монтажа и эргономики гораздо лучше самого пользователя – он, может, ничего и не скажет, так как посчитает, что это несущественно для проекта: так, ерунда, подумаешь, немного неудобно было подлезть отвёрткой или долго не мог попасть в шляпку винта, потому что её видно плохо.

Всё собранное таким путём, включая даже, казалось бы, мелкие вещи, надо тщательно собирать в единый документ, определять важность каждой выявленной проблемы или проблемки и вносить нужные изменения в документацию и в модели.

6.3. Правка моделей и документации

Тут всё просто – адекватное производство обязательно даст вам знать об ошибках в вашей модели, которые надо будет исправить в соответствии с данной этим производством рекомендацией. Однако если вам пишут, что модель «нетехническая»,

Литьё пластмасс под давлением



Самый дешёвый вариант в производстве (корпуса будут стоить копейки), но самый дорогой на старте: стоимость пресс-формы начинается от нескольких

сотен тысяч рублей. Этот способ можно выбирать, если вы планируете продавать изделие несколько лет, а его тираж будет достигать нескольких тысяч.

Здесь много нюансов, поэтому лучше всё просчитывать заранее, учитывая экономику вашего проекта. Опять же имеет смысл посоветоваться со специалистом.

нологична», но не уточняют, почему, обязательно спросите напрямую, что именно не нравится. Либо обращайтесь к стороннему конструктору, чтобы тот проверил модель и устранил недочёты. До момента выбора технологии ещё можно ошибаться — есть возможность вернуться на предыдущие этапы, что-то исправить, изменить или протестировать.



От эскиза до готового продукта. Прибор радионуклидной диагностики «Гамма-5». [Подробно о проекте](#)

Но с этого момента отыграть назад станет сложнее и в разы дороже.

Одна из самых распространенных проблем, например, когда этап прототипирования не был выполнен, или на этапе производства оснастки не были учтены какие-то незначительные в тот момент изменения. Защёлка работает не так долго, как нужно, что-то хрустит при сборке или шов между деталями корпуса неровный — всё это на производстве исправить уже не получится, лучше вернуться на этап назад.

Однако если вы хорошо поработали с ошибками на предыдущих этапах, то с производством проблем не будет. И, конечно, многое зависит от той технологии, которую вы выбрали под производство своего корпуса: каждая имеет разную стоимость, подход и особенности.

7. СЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

7.1. Производство

Вот примерно так выглядят разработка и запуск в производство простого корпуса из пластмассы небольшим тиражом. Сложно ли это? Нет. Просто

нужно двигаться — шаг за шагом — и не форсировать процесс.

ПОСЛЕСЛОВИЕ

Какие аспекты проектирования корпусов я не затронул здесь?

Разработка корпусов под большие тиражи (от 10 000 штук)

Непосредственно процесс будет тем же самым, что и выше, но многое зависит от сложности вашего корпуса, от требований по дизайну и вообще, задача может быть радикально сложнее. Но, повторюсь, в целом этапы те же.

«Мне нужен корпус из листового металла»

Примерно то же самое, но само проектирование корпуса, конечно же, отличается. Например, [вот перевод статьи](#) о том, как нужно проектировать такой корпус, но тема очень большая сама по себе.

Вывод банален: разработка и организация производства корпуса своими силами — не самая сложная вещь. Очень вероятно, что этот процесс пройдёт у вас без ошибок. Главное — не спешить, делать всё последовательно и постоянно проверять себя на каждом этапе.

Андрей ВОСТРИКОВ

Руководитель бюро инженерного дизайна «Формлаб»



Как выбрать правильную технологию прототипирования корпуса

Подбираем оптимальный способ изготовления прототипа

«Прототип – это работающая модель, опытный образец устройства, механизма или детали».

[Wikipedia](#)

Как выбрать правильную технологию для прототипа корпуса любого устройства, какие головные боли возникают у разработчиков, когда виртуальная 3D-модель становится физической, и как их лечить? Смотрите эту инструкцию. Главное здесь – понять, что конкретная технология прототипирования предназначена для решения конкретной задачи.

Давайте начнём с назначения прототипа.

Для чего он нужен? Для проверки свойств устройства, механизма или детали. Проверяемых свойств может быть несколько.

- Собираемость
- Реальная жёсткость
- Герметичность
- Электропроводность и защита от наводок
- Трение деталей
- Реальный вес и эргономика, проверяемая людьми с разной степенью влажности ладоней
- Точное соответствие серийному изделию по цветам, качеству поверхности, тактильному восприятию
- Дизайн
- Эргономика

... и есть ещё много всего, что можно проверить, сделав прототип.

Иными словами, опытный образец нужен в тот момент, когда виртуальная модель переходит в физический мир. При переходе обязательно всплывают проблемы, которые нельзя выявить



в среде разработки, и нужно выловить их до того, как начнётся процесс подготовки корпуса или изделия к серийному производству.

Технологий прототипирования много. Берём самые распространённые для изготовления пластиковых корпусов – как самых популярных.

! – Чем дальше к концу списка, тем ближе описываемый способ к технологиям серийного производства.

ТЕХНОЛОГИИ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ КОРПУСОВ

1. **Макеты, сделанные вручную**, – из пластилина, пенопласта, глины и других легкообрабатываемых материалов. Такие макеты позволяют условно оценить внешний вид изделия, не более. Ну, может, ещё и эргономику проверить. Срок производства – дни (один, два и т.д.), стоимость – несущественная.



Макет ручной работы

2. **Печать пластиковой нитью (FDM)** – послойное нанесение расплавленного пластика на площадку. Точность печати растёт, но пока такие детали нужно серьезно дорабатывать перед использованием (плюс покраска и финишная обработка). Подобные прототипы, как и макеты, тоже не решают сложных проблем, но позволяют оценить дизайн и эргономику. Часто



3D-печать пластиковой нитью (FDM)

с их помощью можно понять реальный вес изделия, какие-то свойства по жёсткости.

Срок производства – часы (если не считать ручной обработки). Стоимость – копейки.

3. Лазерное спекание, печать фотополимером (SLA, SLS). Прототип корпуса, сделанный по таким технологиям, уже более-менее полноценен: позволяет проверить не только дизайн и эргономику, но ещё организовать первичную проработку собираемости изделия, в какой-то степени оценить жёсткость.

Плюсом технологии является возможность печатать многотельные прототипы, т.е. печатать сразу собранное изделие. Детали требуют уже минимальной шлифовки, годятся для окрашивания и издалека неотличимы от реальных. Можно сделать их даже прозрачными.



3D-печать SLA, SLS

А проблема таких прототипов кроется в хрупкости и жёсткости – сломать напечатанный корпус легко, а проверить, например, хорошо ли нажимается кнопка, может не получиться. Короче, реальной картины деталь, сделанная по технологиям SLA или SLS, не даст.

Срок изготовления – несколько часов, ценник – несколько тысяч рублей.

4. Фрезеровка пластика и металла. Такие технологии позволяют близко подойти к свойствам серийного изделия. По сути, с этой технологией начинается «проверка жизнью» дизайна или корпуса устройства. Ведь материал имеет такие же свойства, что и серийный – жесткость, кручение, пружинистость и т.д. И таким прототипом можно закрыть все вопросы по собираемости, дизайну, весу, разрушению, поведению в реальных уличных условиях. Хуже обстоят дела с проверкой герметичности – ведь резиновую прокладку фрезеровкой уже не сделать. Также всё плохо и с прозрачностью.



На фото – фрезерованный корпус (слева) и напечатанный методом FDM (справа)

Срок изготовления – недели, оборудование (многоосная фрезеровка) доступно плохо, а подрядчика надо еще поискать (пишите, дадим контакты). Ценник – десятки тысяч рублей.

5. Литьё полиуретана в силиконовые формы и схожие малосерийные технологии – отличная технология, которая отвечает на почти все вопросы по физическим свойствам прототипа – резина, прозрачные детали, точное соответствие пластику по жесткости, пружинности, цвету, фактуре. Даже поведение на морозе и на жаре, электросвойства,



Корпуса изготовлены по технологии литья полиуретана в силиконовые формы

закладные элементы из других материалов, производство небольших тиражей – даёт литьё полиуретана в силикон.

Технология хоть и простая, но дорогая, подрядчиков немного, ещё меньше – тех, кто делает аккуратно и красиво. Срок – недели, стоимость – десятки тысяч рублей.

6. Литье пластика под давлением в легкообрабатываемые формы. По сути, это уже тиражное производство, максимально близкое к серии. Но его стоимость иногда в 2-3 раза дешевле полноценной оснастки и существенно быстрее. Оснастка под такое литьё изготавливается из мягких металлов с помощью фрезеровки и ручной доводки. А вот материал (расплавленный пластик) подается под давлением как при нормальном производстве. Можно получить прототип идентичный серийному изделию по всем свойствам. И изготавливать малые (тысячи штук) серии тесто-



Сделано способом литья пластика под давлением

вых корпусов или деталей. Стоимость – сотни тысяч рублей, срок – недели.

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ

Имеет смысл ответить себе на вопрос – для чего мне нужен прототип? И в соответствии с этим знанием выбрать технологию. Приведу несколько примеров:

- проверяете только дизайн – выбираем **трёхмерную печать**;
- важна проверка собираемости с реальными компонентами (например, платой) – лучше использовать **3D-печать** или **фрезеровку пластиков**;
- изделие тестируем в реальных условиях с реальным железом. Хотите показать клиенту, инвестору или на выставку – выбираем **фрезеровку** или **литёе полиуретана**;
- если задача ещё сложнее (например, важно, как, сколько раз нажимается и когда сломается кнопка), – только полиуретан или литьё пластика под давлением.

Все технологии требуют разной степени проработки исходной модели и конструкции. И если первые три очень условны, терпят ошибки при проектировании, то, начиная с фрезеровки, требуется опыт конструктора, а в последней – конструктора с опытом литьевых изделий.

Если есть вопросы, [присылайте информацию](#) по вашему изделию (проекту), мы подготовим решение по оптимальной для вашего случая технологии производства и предполагаемому подрядчику.

P.S. Ведь у нас есть [список проверенных подрядчиков](#) по производству.



Сколько стоит серийное производство?

Реальная стоимость корпусов: от мелких партий до крупных

I. Мелкосерийное производство

Стоимость производства корпусов тиражом от 25 до 50 штук

Корпус размерами 180x180x120 мм

Две корпусные детали из ABS-пластика.
Стоимость прототипа, выполненного фрезеровкой, – \$1.000.
Стоимость одного экз. при производстве тиражом в 50 шт. (с учётом стоимости форм) – \$90.



Корпус размерами 180x120x45 мм

Две корпусные детали из ABS-пластика.
Стоимость прототипа, выполненного фрезеровкой, – \$650.
Стоимость одного экз. при производстве тиражом в 25 шт. (с учётом стоимости силиконовых форм) – \$80.



Корпус размерами 330x210x110 мм

Две корпусные детали из ABS-пластика.
Стоимость прототипа, выполненного фрезеровкой, – \$1.200.
Стоимость одного экз. при производстве тиражом в 25 шт. (с учётом стоимости силиконовых форм) – \$220.



Корпус размерами 70x45x12 мм

Две корпусные детали из ABS-пластика, с обрезиниванием.
Стоимость прототипа, выполненного фрезеровкой, – \$420.
Стоимость одного экз. при производстве тиражом в 25 шт. (с учётом стоимости силиконовых форм) – \$45.



Корпус размерами 500x200x120 мм

Две корпусные детали из ABS-пластика.
Стоимость прототипа, выполненного фрезеровкой, – \$2.300.
Стоимость одного экз. при производстве тиражом в 25 шт. (с учётом стоимости форм) – \$320.



Корпус размерами 200x150x70 мм

Одна корпусная деталь из ABS-пластика.
Стоимость прототипа, выполненного фрезеровкой, – \$340.
Стоимость одного экз.
при производстве тиражом в 25 шт.
(с учётом стоимости форм) – \$50.



Корпус размерами 130x80x45 мм

Две корпусные детали из ABS-пластика.
Стоимость прототипа, выполненного фрезеровкой, – \$325.
Стоимость одного экз.
при производстве тиражом в 25 шт.
(с учётом стоимости форм) – \$80.



Корпус размерами 130x65x30 мм

Две корпусные детали из ABS-пластика.
Стоимость прототипа, выполненного фрезеровкой, – \$290.
Стоимость одного экз. при производстве тиражом в 25 шт. (с учётом стоимости силиконовых форм) – \$65.



Корпус размерами 175x465x35 мм

Две корпусные детали из ABS-пластика.
Стоимость прототипа, выполненного фрезеровкой, – \$800.
Стоимость одного экземпляра
при производстве тиражом в 25 шт. (с учётом стоимости силиконовых форм) – \$95.

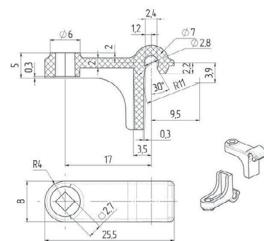


II. Производство пластиковых деталей

Стоимость производства мелких, небольших и крупных деталей

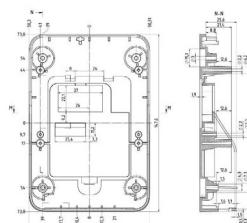
Деталь размерами 25x20 мм

Одна крепёжная деталь из ABS-пластика.
Стоимость прототипа – \$60.
Стоимость форм – \$1.500 (восьмиместная форма).
Ресурс форм – 300 тыс. циклов.
Стоимость одной детали – \$0.8 при тираже 8 000 шт.



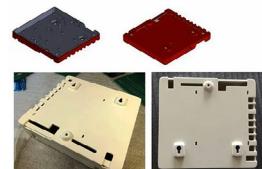
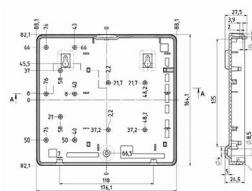
Деталь размерами 150x100 мм

Одна корпусная деталь из ABS-пластика.
Стоимость прототипа – \$200.
Стоимость пресс-формы – \$4.300.
Ресурс форм – 200 тыс. циклов
Стоимость одной детали – \$0.5 при тираже 1 000 шт.



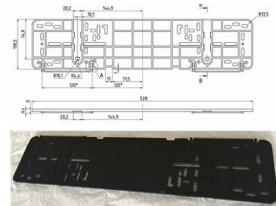
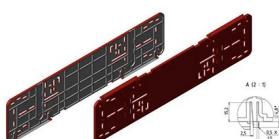
Деталь размерами 170x170 мм

Одна корпусная деталь из ABS-пластика.
Стоимость прототипа – \$230.
Стоимость пресс-формы - 5.000\$
Ресурс пресс-формы – 200 тыс. циклов.
Стоимость одной детали – \$1.1 при тираже 10 000 шт.



Деталь размерами 530x120 мм

Материал – ABS-пластик.
Стоимость прототипа – \$350.
Стоимость пресс-формы – \$12.000.
Ресурс пресс-формы – 300 тыс. циклов.
Стоимость одной детали – \$1.4 при тираже 10 000 шт.



III. Производство пластиковых корпусов

Стоимость производства мелких, настольных, настенных, высоких и крупных корпусов

Корпус размерами 44x32 мм

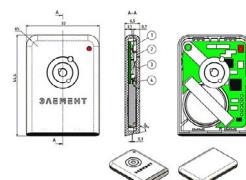
Две корпусные детали и одна кнопка из ABS-пластика.

Стоимость прототипа – \$150.

Стоимость пресс-формы – \$2.500
(одна форма на три места).

Ресурс пресс-формы – 50 тыс. циклов

Стоимость комплекта деталей –
\$0.5 при тираже 5 000 шт.



Корпус размерами 60x30 мм

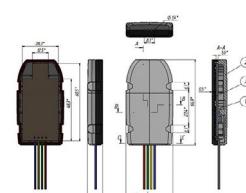
Две корпусные детали из ABS-пластика.

Стоимость прототипа – \$200.

Стоимость пресс-формы – \$5.000
(одна форма на два места).

Ресурс пресс-форм – 50 тыс. циклов

Стоимость комплекта деталей –
\$0.8 при тираже 1 000 шт.



Герметичный (IP66) корпус размерами 80x60x30 мм

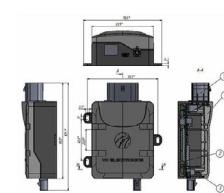
Две корпусные детали из ABS-пластика и один резиновый уплотнитель.

Стоимость прототипа – \$280.

Стоимость пресс-форм – \$5.500 корпус
(двухместная форма) и \$1.500 – уплотнитель.

Ресурс пресс-форм – 50 тыс. циклов.

Стоимость комплекта деталей –
\$1.3 при тираже 1 000 шт.



Корпус размерами 230x160x45 мм

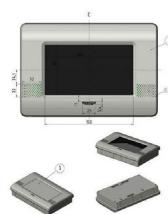
Две корпусные детали из ABS-пластика, три крепёжные детали из ABS-пластика.

Стоимость прототипа – \$750.

Стоимость пресс-форм – \$12.000 (\$5.000 задняя крышка, \$4.000 передняя крышка на два места, \$3.000 крышки и шарниры на три места).

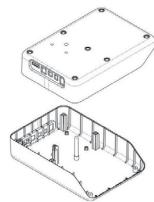
Ресурс форм – 300 тыс. циклов.

Стоимость комплекта деталей –
\$3 при тираже 5 000 шт.



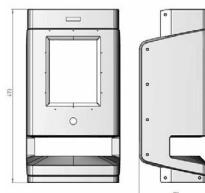
Корпус размерами 300x200x65 мм

Две корпусные детали из ABS-пластика, одна крышка, одна рамка и один комплект кнопок из ABS-пластика.
Стоимость прототипа – \$1.200.
Стоимость пресс-форм – \$14.000 (\$7.000 основание, \$4.500 верхняя крышка, \$2.500 крышка и кнопки).
Ресурс форм – 500 циклов.
Стоимость комплекта деталей – \$6 при тираже 500 шт.



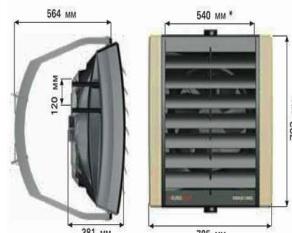
Корпус размерами 470x190x250 мм

Одна корпусная деталь из ABS-пластика.
Стоимость прототипа – \$2.500.
Стоимость пресс-формы – \$32.000.
Ресурс пресс-формы – 50 тыс. циклов.
Стоимость детали – \$8.2 при тираже 1 000 шт.



Корпус размерами 800x800x380 мм

Две корпусные детали из ABS-пластика, комплект лопастей, рамка, фиксаторы из ABS-пластика.
Стоимость прототипа – \$5.000.
Стоимость пресс-форм – \$150.000.
Ресурс форм – 300 тыс. циклов.
Стоимость комплекта деталей – \$20 при тираже 10 000 шт.



IV. Производство корпусов из листового металла

Стоимость производства металлических корпусов методами резки и гибки – от небольших приборов до промышленных станков

Корпус размерами 110x70x50 мм

Две металлические детали.

Стоимость прототипа – 20 000 руб.

Стоимость комплекта деталей – 500 руб.
при тираже 1 000 шт.



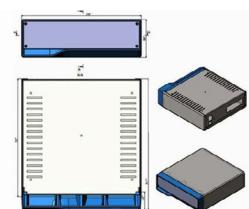
Корпус размерами 150x35 мм

Технологии: литьё алюминия под давлением, экструзия алюминия + дофрезеровка + анодирование.

Стоимость прототипа (металл) – \$650.

Стоимость фильтры – \$7.500.

Стоимость корпуса – \$1.8 при тираже 10 000 штук.



Корпус размерами 350x350x100 мм

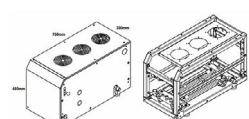
Одна деталь – пластик, три детали – металл.

Стоимость прототипа (металл) – 20 000 руб.

Стоимость корпуса – 2 500 руб.
при тираже 1.000 шт.

Стоимость прототипа (пластик) – 3 000 руб.

Стоимость пластиковой панели – 900 руб.
при тираже 1 000 шт.



Корпус размерами 750x450x350 мм

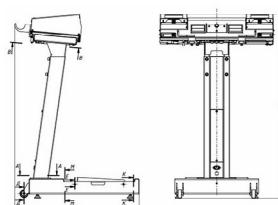
Стоимость прототипа (металл) – 200 000 руб.

Стоимость единицы – 35 000 р. при тираже 1 000 шт.

Корпус размерами 1300x800x700 мм

Стоимость прототипа (металл) – 300 000 р.

Стоимость корпуса – 68 000 р. при тираже 50 шт.

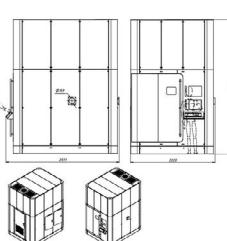


Корпус размерами 3500x3000x2200 мм

Стоимость прототипа (металл) – 1 300 000 руб.

Стоимость корпуса – 800 000 руб.

при тираже 10 шт.



V. Производство металлических корпусов по технологии литья под давлением

Стоимость производства небольших приборов и устройств среднего размера

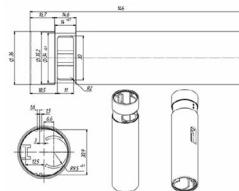
Корпус размерами 150x35 мм

Технологии: литьё алюминия под давлением, экструзия алюминия + дофрезеровка + анодирование.

Стоимость прототипа (металл) – \$650.

Стоимость фильтры – \$7.500.

Стоимость корпуса – \$1.8 при тираже 10 000 шт.



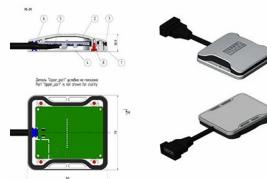
Корпус размерами 90x80x29 мм

Стоимость прототипа (металл – две корпусные детали из алюминия) – \$700.

Стоимость пресс-формы (два места) – \$9.000.

Ресурс форм – 30 тыс. циклов.

Стоимость корпуса – \$3.2 при тираже 10 000 шт.



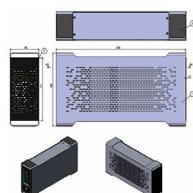
Корпус размерами 360x200x80 мм

Технологии: экструзия алюминия + дофрезеровка, гибка и резка металла + анодирование.

Стоимость прототипа (корпус полностью) – \$800.

Стоимость фильтры – \$3.000.

Стоимость корпуса – \$110 при тираже 500 шт.



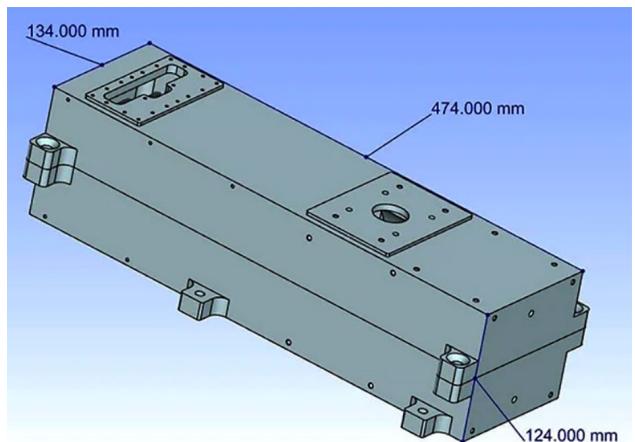
Корпус размерами 470x135x125 мм

Стоимость прототипа (металл – две корпусные детали из алюминия) – \$2.000.

Стоимость пресс-формы (два места) – \$42.000.

Ресурс форм – 150 тыс. циклов.

Стоимость корпуса – \$93 при тираже 1 000 шт.





Сколько стоит корпус?

Как за пару минут самостоятельно рассчитать цену корпуса

Сколько будет стоить корпус, вы сможете представить после того, как прочитаете статью: в ней есть схема расчёта цены. А ещё вы узнаете, как правильно делать заказ и как быть, если денег ну совсем мало, а корпус нужен.

НА КАКОЙ СТАДИИ ПРОЕКТ?

То, на какой стадии находится ваш проект, имеет решающее значение. Выбирайте подходящее из списка.

- Мы сделали первую плату, написали софт, нужен корпус для сборки прототипа.
- Электроника готова, все протестировано, нужно 10 корпусов, чтобы продать первым клиентам (или отдать им на тест).
- Тесты закончены, нужно 100 корпусов для первой пробной партии.
- Первая партия продалась успешно, нужно 1000 корпусов.
- Продажи идут, нужно 5000 корпусов в следующем году.

Выбрали? Теперь вы знаете тираж, а мы приведём примеры – со «сколько нужно денег» и «сколько нужно времени». Но для начала надо спуститься на землю.

Офф: реакция типичного завода на запрос «Сделайте мне корпус»

Представим, что мы с вами приходим на завод и просим сделать нам 10 корпусов. Даём докумен-

тацию, пример и всё, что нужно. А завод говорит: нет проблем, приходите через пару дней, каждый корпус будет стоить 500 рублей штука.

Сомневаемся – мол, немного дорого, но платим: нас устраивает, всего-то 5000 отдади. К концу недели уже соберёмся, в понедельник разошлем клиентам.

Или другая ситуация – находим большой, срёзный завод, приходим: «Сделайте нам 100 корпусов». Заводской менеджер обнимает вас за плечи, ведёт по белоснежным цехам, где роботы стоят в линейку и синхронно делают что-то нужное, и говорит ласково: приходите через неделю, всё будет. Платим, ждём, получаем.

Так должно быть, так хочется, но... в реальном мире завод даже не ответит на ваше электронное письмо. Такова жизнь. Имейте это в виду и будьте настойчивыми в общении с производителями.

САМЫЙ ПРОСТОЙ РАСЧЁТ

В табличке – расчет простенького пластикового корпуса. По ней можно ориентироваться, под какой тираж какая технология больше подходит и какие затраты надо учитывать на старте.

Характеристики/ тираж, шт	1	10	100	1 000	5 000
Назначение	прототип или опытный образец	тестовая партия	тестовая партия клиентам	коммерческая партия	коммерческая партия
Оптимальная технология	фрезеровка пластика	литьё в силиконовую оснастку	литьё в силиконовую оснастку	литьё в металлополимерную пресс-форму	литьё в стальную пресс-форму
Стоимость подготовки (мастер-модели или оснастки, руб.)	0	70 000	100 000	250 000	400 000
Стоимость всего тиража, руб.	60 000	20 000	150 000	500 000	600 000
Цена корпуса, руб./шт.	60 000	9 000	2 500	750	200

Разумеется, цифры условные. Но их порядок вполне позволяет сделать выводы.

Лайфхак: как быстро-недорого заказать корпус

1. Выбирать подрядчика конкретно под свой тираж

Но с оглядкой – учитывая, что нас ждёт дальше. Например, мы рассчитываем, что в следующем году нам точно будет нужно 1000 корпусов. Тогда надо сразу идти на то предприятие, для которого такой тираж обычен и приемлем. Такой завод, скорее всего, и меньшее количество (100 штук) сможет сделать дешевле.

Все подрядчики разные, с некоторым у вас не получится договориться, кому-то не позволят технологии и бизнес-процессы. Мы проверили за 10 лет полсотни подрядчиков, и заказы своих клиентов размещаем только на четырёх предприятиях. С остальными пришлось расстаться.

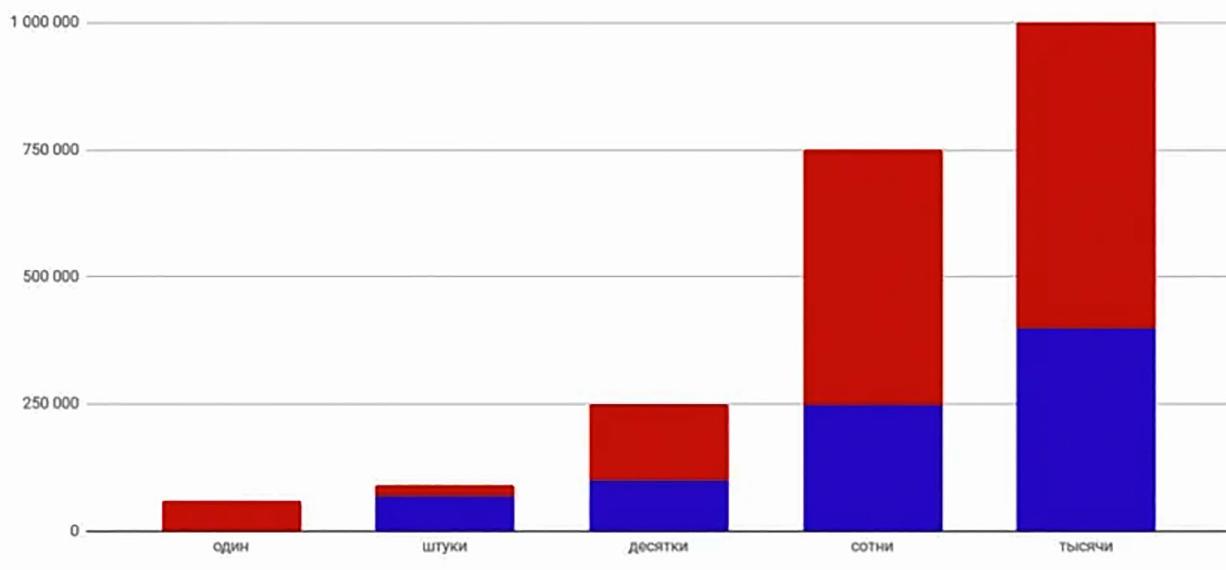


Под мелкую партию конвейер останавливать не будут

2. Учите: нельзя заказывать «по чуть-чуть»

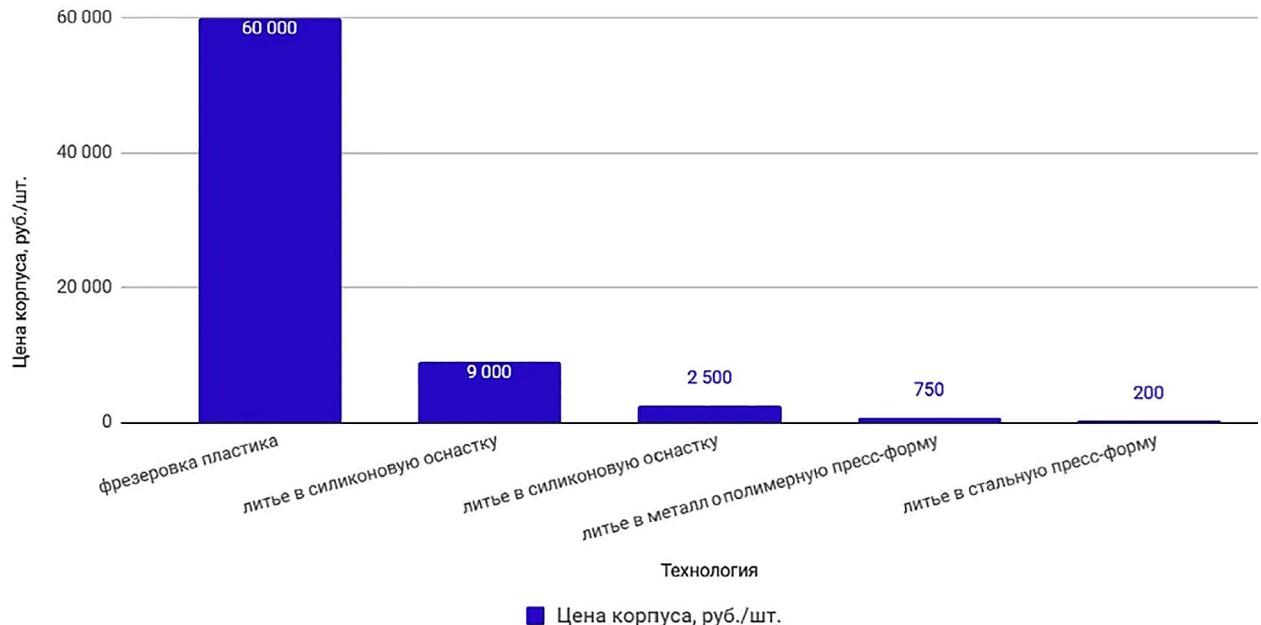
Никто не будет постоянно останавливать конвейер под вашу мелкую, и, скорее, даже НЕТИПИЧНУЮ для завода задачу. Одноразовый небольшой заказ производство выполнит, нет проблем, но каждый день такого делать не станет.

Соотношение начальных затрат и самого производства при разных тиражах



- Стоимость всего тиража, руб.
- Стоимость подготовки (мастер модели или оснастки), руб.

Цена корпуса при разных технологиях производства



Зависимость стоимости от технологии производства

3. Чем тираж меньше, тем корпус дороже

Самый первый прототип стоит зашкаливающее дорого, но он предназначен не для продажи. Поэтому на цену корпуса надо смотреть с колокольни той задачи, для решения которой эта партия предназначена. Условно, если нужны корпуса для сборки и продажи, то нет смысла смотреть на единицы и десятки корпусов. Себестоимость убьет маржу или сделает устройство неконкурентным по деньгам.

На диаграмме выше видна стоимость корпуса, изготовленного по разным технологиям.

4. Если денег на запуск своего производства совсем нет, нужен «ход конём»

Что можно сделать, когда денег совсем нет и держаться не за что? Либо покупать готовый типовой корпус, либо обращаться к технологиям 3D-печати. Разберём детально.

а) Типовые корпуса – штука замечательная, особенно на старте. Подробно о том, чем хороши они и плохи, см. [тут](#).

Плюсы

- Дёшево: простенький корпус стоит 200-300 рублей
- Быстро: пошёл да купил
- Любые свойства корпуса (например, герметичность, материал) можно подобрать

Минусы

- Часто жуткий дизайн
- Дорого стоит «допил», особенно если его делают на заводе. Вполне может обойтись в 1000-2000 рублей/корпус сверху
- Нужно подгонять свою плату под такой корпус. Особенно это сложно, если в вашем устройстве имеется чуть больше, чем пара выключателей

б) Печать корпусов – тоже отличная технология, но со своими проблемами.

Плюсы

- Дёшево. Один корпус обойдётся в 1000-3000 рублей
- Быстро: пара часов, и корпус у вас
- Просто: нарисует даже неопытный разработчик
- Уникальный дизайн

Минусы

- Плохое качество корпуса: шероховатость, слоистость
- Низкая скорость производства (не получится быстро получить 100 корпусов через неделю)
- Требуется ручная обработка
- Нельзя делать тонкие детали

Если вам надо запустить продажи хоть как-то, а бюджета нет, выбираете либо печать, либо покупку готового корпуса. Это самый простой и правильный путь на старте.

Правда, такое совершенно не работает, если ваш продукт покупатель будет сравнивать с конкурентным (еще хуже, если зарубежным) решением, которое уже есть на рынке. Однако это уже другая тема.



200 рублей

Литьё пластмассы
под давлением
Партия от 5000 штук.



3 000 рублей

Литьё в металлополимерную
оснастку.
Партия от 1000 штук.

Рассказ был бы неполным без конкретных примеров, что почём. Все корпуса нетиповые, т.е. разрабатывались с уникальным дизайном, под конкретную задачу и тираж.

ВМЕСТО ИТОГОВ

Уже можете прикинуть, какие затраты вам предстоят? Конечно, совсем уж точную стоимость прибора так рассчитать нельзя, но понять объём расходов — вполне.

В каждом проекте имеется по 20-30 параметров, существенно влияющих на цену, и алгоритм оценки нельзя устаканить в простую и однозначную схему. Всегда надо смотреть глубже. Если хотите, мы поможем с оценкой вашего корпуса. Пишите на hello@formlab.ru.



5 000 рублей

Литьё полиуретана с
закладными элементами
Партия от 3 штук.



25 000 рублей

Литьё
полиуретана
Партия от 50 штук.



Формлаб – кто мы

Специалисты по корпусам

Мы давно занимаемся разработкой корпусов для приборостроения и радиоэлектроники, промышленным дизайном.

Не сказать что знаем об этом всё, это было бы неправдой, но за 10 с лишним лет работы накопили большой практический опыт сотни приборов прошли через наши руки (и головы тоже).

Наверное, нет ни одной сферы приборостроения, где у нас нет клиентов – системы безопасности, лабораторное оборудование, медицинская и военная техника, бытовые и климатические приборы, устройства для неразрушающего контроля, робототехника...

Скорее всего, мы уже сделали и пару проектов в вашей отрасли. Посмотрите в [портфолио](#)



ВЫ МОЖЕТЕ ЗАПРОСИТЬ РАСЧЕТ ПРОЕКТА СО СРОКАМИ И ЦЕНАМИ, А ЗАОДНО И ПРОКОНСУЛЬТИРОВАТЬСЯ



[Рассчитать проект](#)



[Задать вопрос](#)

Также для расчета проекта вы можете связаться с нами любым удобным вам способом:

Skype: andrey.vostrikov

hello@formlab.ru

[Мессенджеры](#)

[Портфолио](#)



FORMLAB

143987, Московская обл.,
г. Балашиха,
мкр. Железнодорожный,
ул. Новая, д. 49, пом. 8а
hello@formlab.ru
formlab.ru

© Бюро инженерного дизайна
«ФОРМЛАБ» 2020 v_1.2