



Разбираем 12-дюймовый MacBook с дисплеем Retina

Мы разобрали 12-дюймовый MacBook с дисплеем Retina 15 апреля 2015 года.

Написал: Evan Noronha

Retina MacBook 2015



TEARDOWN

ВВЕДЕНИЕ

Релиз нового MacBook прошёл под знаком «ноутбука будущего». Изменённый дизайн компьютера заинтриговал нас. Запах алюминия в воздухе, шёпот винтов, слышный всё сильнее по мере того, как мы, стремясь к открытиям, высвобождаем их из пазов... всё это — знаки новой эры? Apple достигла невозможного? Давайте начнём разбирать и узнаем.

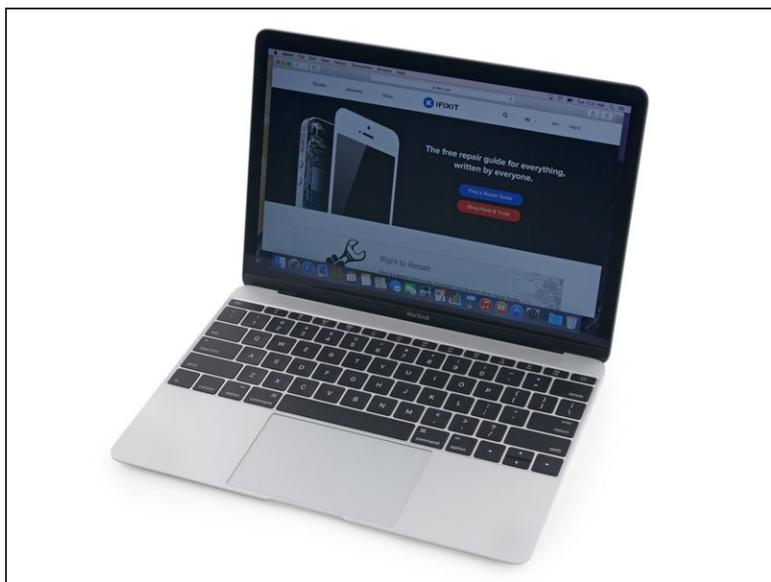
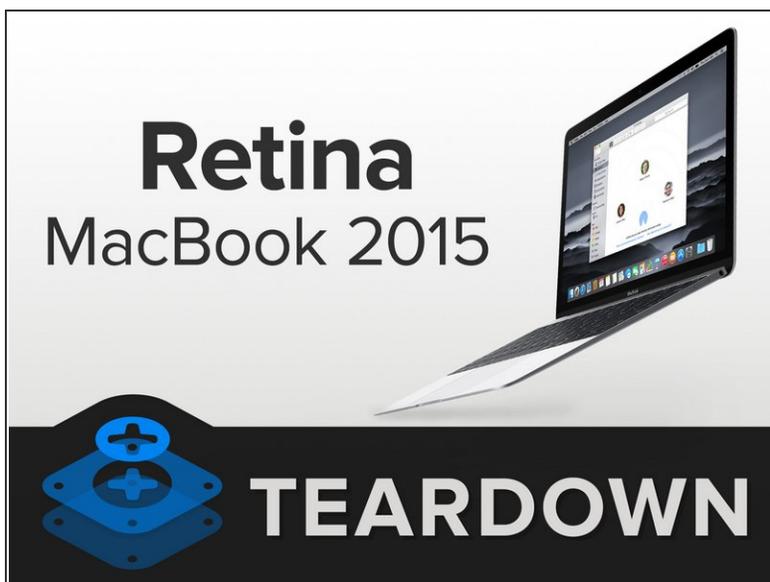
Желаете стать свидетелем того, как творится история демонтажа? Подписывайтесь на [Фейсбук](#), [Инстаграм](#) и [Твиттер](#)!

Эта статья является переводом [оригинальной статьи iFixit](#). Перевод выполнил [Леонид Клюев](#).

Инструменты:

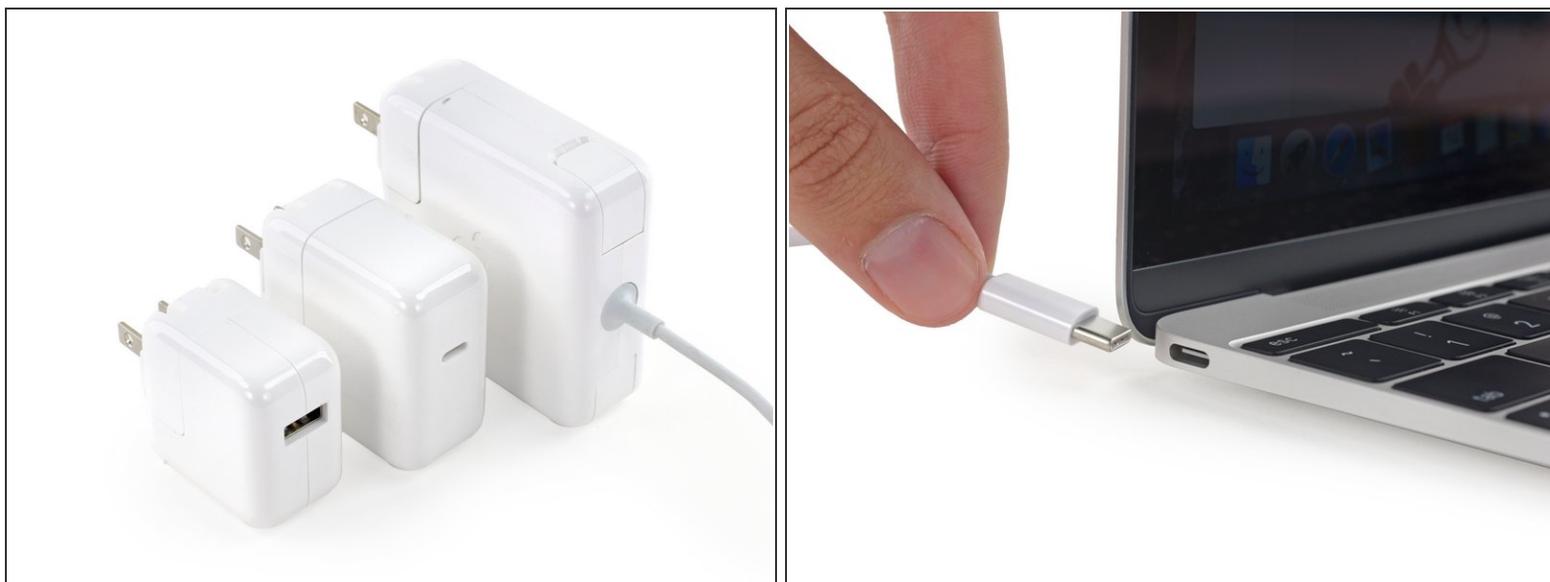
- [P5 Pentalobe Screwdriver Retina MacBook Pro and Air](#) (1)
- [T5 Torx Screwdriver](#) (1)
- [Tri-point Y0 Screwdriver](#) (1)
- [T3 Torx Screwdriver](#) (1)
- [Spudger](#) (1)
- [Tweezers](#) (1)
- [iPad Battery Isolation Pick](#) (1)
- [Plastic Cards](#) (1)
- [T9 Torx Screwdriver](#) (1)
- [Phillips #000 Screwdriver](#) (1)
- [iOpener](#) (1)
- [P2 Pentalobe Screwdriver iPhone - Archived](#) (1)

Шаг 1 — Разбираем 12-дюймовый MacBook с дисплеем Retina



- С момента анонса 9 марта мы с нетерпением ждали возможности пощупать новый MacBook. Прежде чем забраться вовнутрь, мы окинули взглядом характеристики:
 - 12-дюймовый Retina-дисплей с IPS-матрицей разрешением 2304x1440.
 - Двухъядерный процессор Intel Core M частотой либо 1,1, либо 1,2 ГГц (и 1,3 ГГц в качестве опции).
 - 8 ГБ оперативной памяти LPDDR3 частотой 1600 МГц.
 - 256 либо 512 ГБ флеш-памяти.
 - Графика Intel HD 5300.
 - Единственный порт USB-C.

Шаг 2



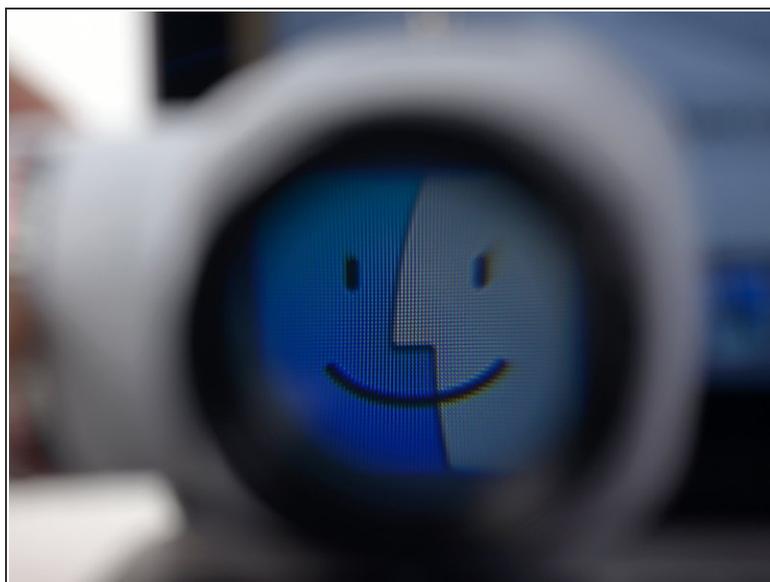
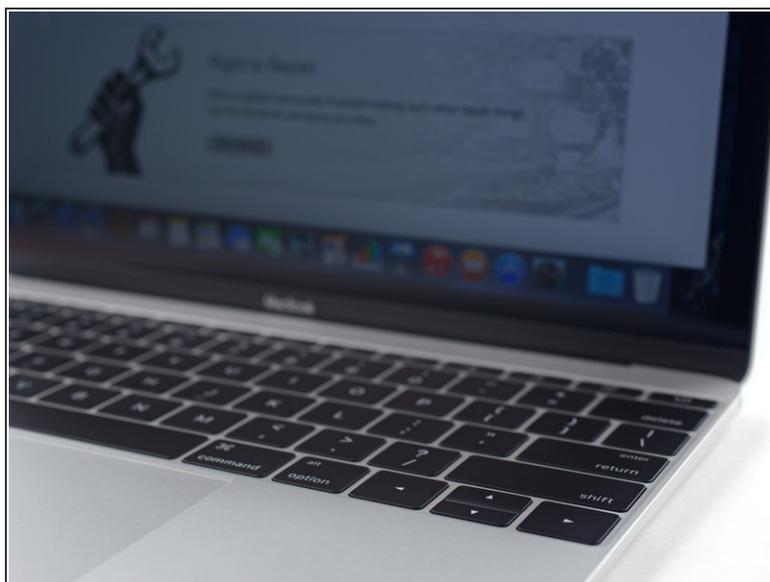
- С одной стороны, мы хотим поблагодарить Apple за внедрение стандарта USB-C. С другой, выбранный для этого способ привёл к тому, что старые адаптеры оказались не у дел. Разъёмы из прошлого – MagSafe и Thunderbolt – больше не используются. Для всех задач применяется USB-C.
- Сравним:
 - 10-ваттный USB-адаптер от iPad (слева).
 - 29-ваттный адаптер с разъёмом USB-C из комплекта MacBook (в середине).
 - 60-ваттный адаптер под разъём MagSafe 2 от MacBook Air (справа).
- ⓘ Перед нами первый MacBook на нашей памяти, который не содержит какого-либо MagSafe-разъёма. MagSafe по своей природе снижал вероятность повреждения портов и проводов, если их по неосторожности выдёргивали.
 - Надеемся, пользователи выиграют от стандартизации и не станут слишком часто ходить через натянутые провода.

Шаг 3



- Толщина нового MacBook составляет менее половины от толщины его предка 2009 года выпуска – 1,31 см в самом толстом месте. Вес – 0,92 кг.
- Увесистый – шутка ли, 2,27 кг – бегемот, с которым мы сравниваем, обладает корпусом толщиной 2,74 см.
- Apple, вероятно, сэкономила много веса, отказавшись от портов. В 2009-м в нашем распоряжении были разъёмы MagSafe, Ethernet, Mini DisplayPort и пара USB.
- Мы бы вам посоветовали попрощаться с оптическим приводом, но уже, кажется, [поздно](#).

Шаг 4



- Клавиши довольно невысоки. Из кокона вылупляется «бабочка» – так Apple назвала [механизм клавиатуры](#). Посмотрим, улетит ли эта «бабочка» от воробушка, другими словами – приживётся ли новый механизм на фоне старого, ножничного.
- Мы зуммируем фрагмент дисплея. Apple нарекла его «самым тонким и энергоэффективным дисплеем Retina из всех, которые когда-либо использовались на Mac». Пиксели экрана обладают большей диафрагмой, то есть внутрь проникает больше света. Отсюда – энергоэффективность без ущерба для яркости.

Шаг 5



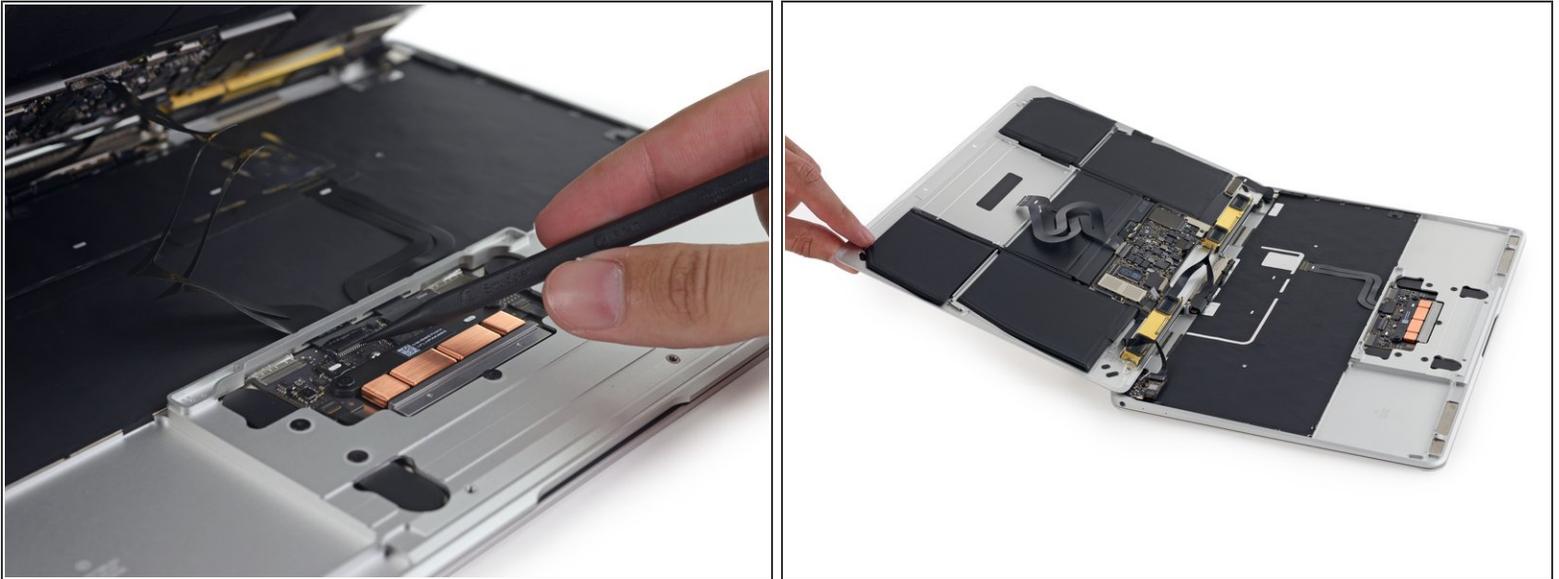
- Мы поместили себе новоявленный номер модели – A1534.
- Мы, возможно, держим в руках «ноутбук будущего», но в чём Apple держится за традиции, так это в винтах. Опять приходится откручивать винты со шлицами Pentalobe в виде [пятиконечной звезды](#). Грусть-печаль.

Шаг 6



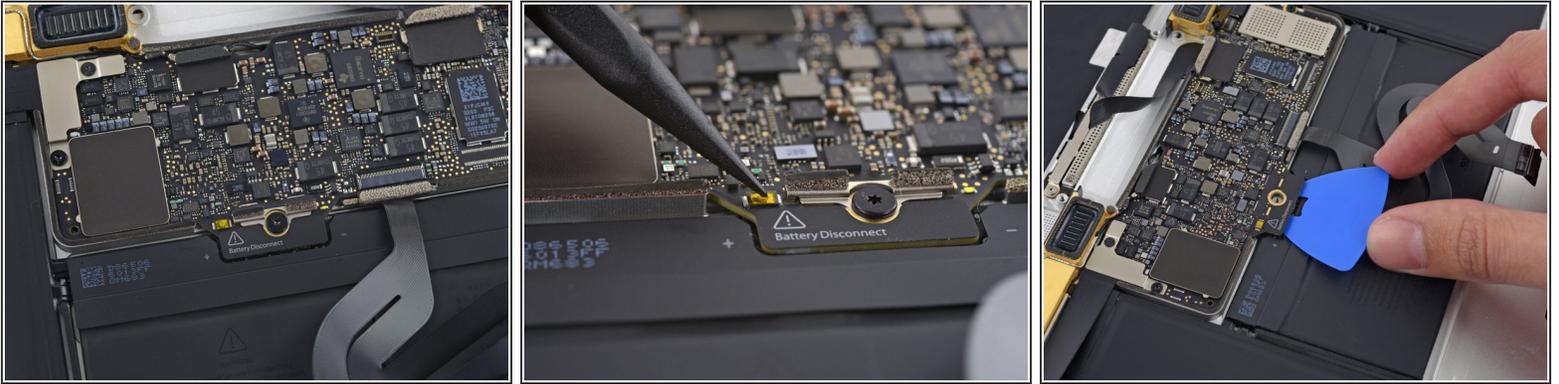
- Настало время снять старую-добрую-алюминиевую крышку корпуса. Внутри ждёт много интересного...
- Что за чертовщина? Откуда эти кабели? Почему батарея и материнская плата прикреплены к нижней части?
- Корпус можно начать вскрывать по старой схеме, но тогда кабели сильно натянутся. Под открытую крышку следует заглянуть с обратной стороны – только так вы сумеете добраться до коннекторов.
 - Перед нами что, [iPhone](#) прошлого поколения?
- На замену [старым пластиковым зажимам](#) пришли новые, с футуристическими штифтами и пружинами.

Шаг 7



- Как и мартовский [13-дюймовый MacBook Pro](#), эта модель поставляется с новомодным трекпадом Force Touch. Чтобы получить пространство для манёвра, мы отсоединили кабель, идущий к трекпаду и клавиатуре.
- За отсутствием кабеля можно положить обе части в плоском виде на стол и осмотреть поле будущей битвы.

Шаг 8



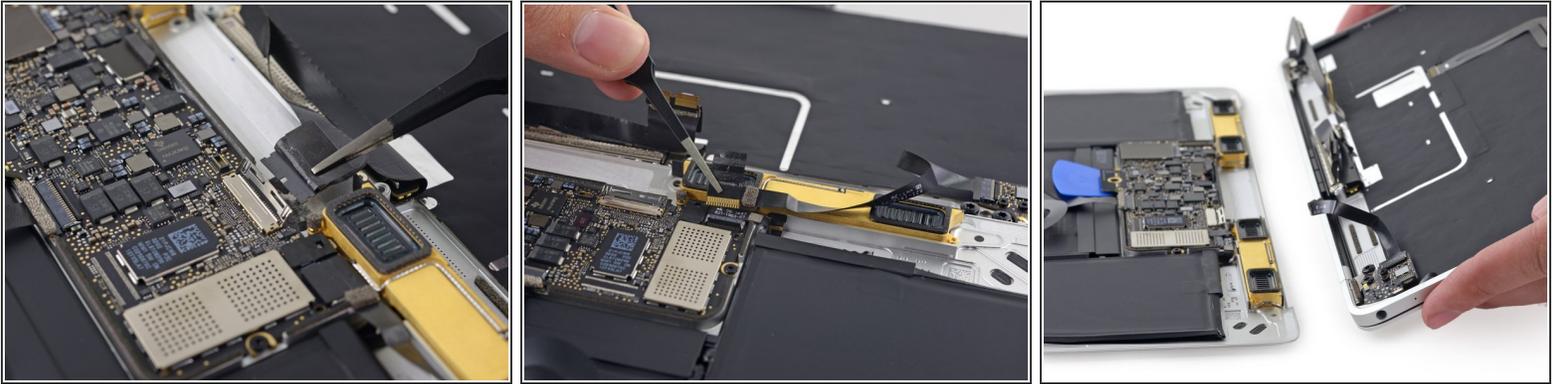
- Секунду, это же ноутбук, верно? Где коннектор батареи?
- Коннектора нет, зато есть жёлтая кнопка. [Бип-бип](#).
- Мы уже такое видели – внутри iPad. Apple любит прятать коннекторы под материнскими платами. В лэптопе мы видим подобное впервые, поэтому настало время достать наш...
- [Медиатор](#)! Вообще-то он необходим для отсоединения батарей, но здесь он также поможет отсоединить от материнской платы контакты.

Шаг 9



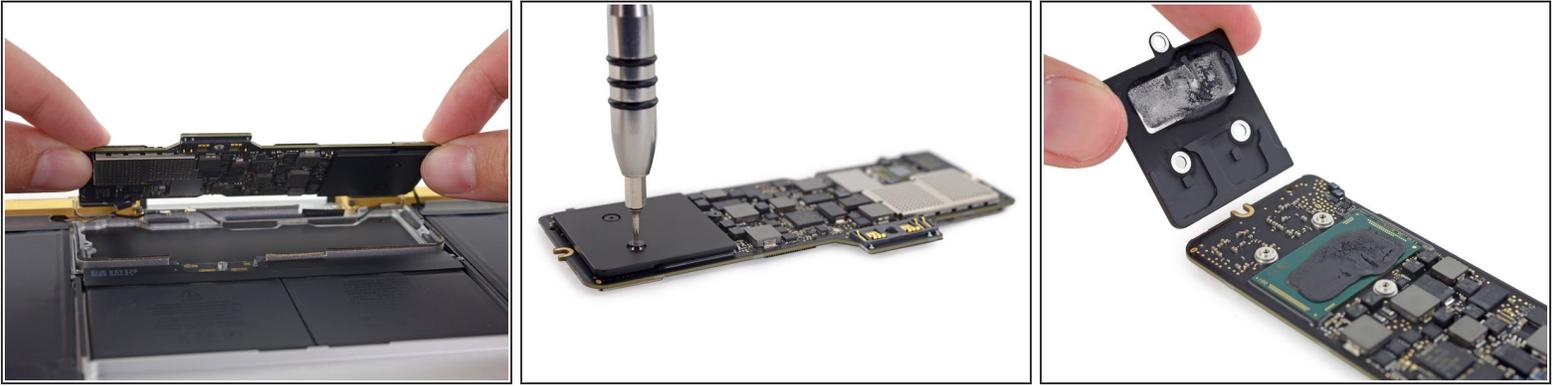
- Великий Кабель-Дисконнект-2015 объявляется открытым! Достаём отвёртку под трёхлучевой шлиц.
- (i) Такие шлицы нам [по силам](#), ничего страшного.
- Мы наконец-то отсоединили кабель, идущий к единственному зарядочно-передаточно-дисплейному разъёму USB-C.
 - Забавно, что разъём расположен в одиночестве, без всякой платы ввода-вывода.

Шаг 10



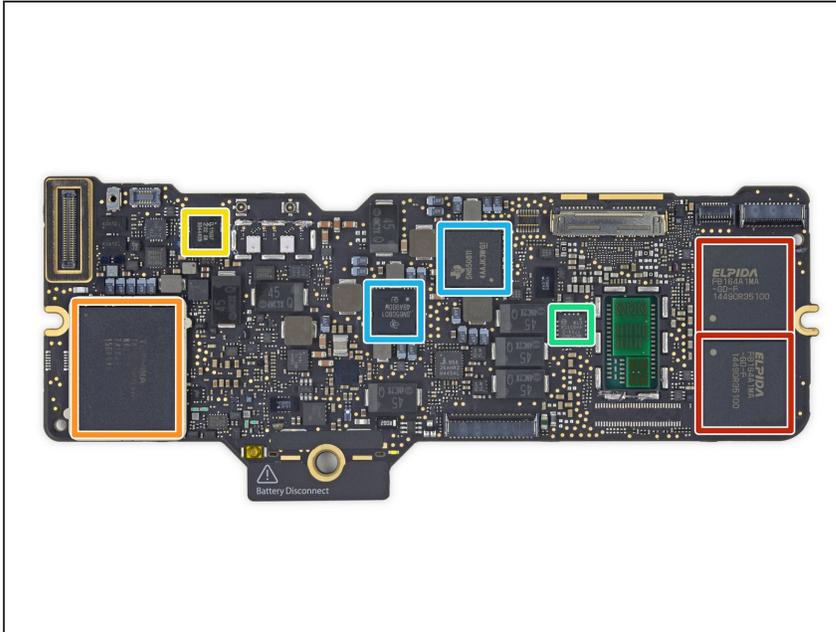
- Наверное, есть какой-то смысл в том, что «наиболее тонкий Retina-дисплей из всех» сопровождается другими конструктивными изменениями. Но более нелепый коннектор дисплея вы вряд ли встретите.
- Ещё мы отцепили коннектор аудиоплаты, который объединяет мини-джек с двойным микрофоном.
- Две половинки разошлись. Теперь примемся за эту вашу материнскую плату.

Шаг 11



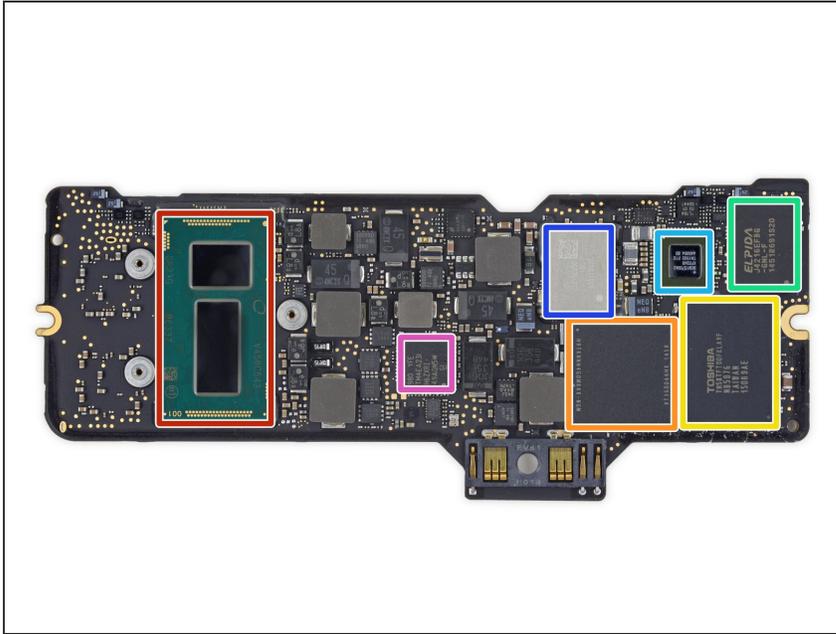
- Мы аккуратно достаём эту прелестную плату из алюминиевого гнезда.
- ⓘ Apple отмечает, что плата в новом MacBook «на 67% меньше, чем в 11-дюймовом MacBook Air».
- Используя процессор [Intel Core M](#), Apple смогла обойтись меньшим форм-фактором и миниатюрными радиаторами.
- ⓘ Что нас впечатлило ещё сильнее, так это «[бесконфликтный](#)» процесс производства Intel Core M.
- Радиатор обеспечивает сразу несколько точек контакта с платой, возможно даже способствуя охлаждению её обратной стороны.

Шаг 12



- Карты на стол! Давайте узнаем, что Apple смогла нам предложить из чипов.
 - 8-гигабайтный мобильный модуль оперативной памяти LPDDR3 – Elpida/Micron [FB164A1MA-GD-F](#).
 - 128-гигабайтный модуль одноуровневой флеш-памяти Toshiba TH58TFT0DFKLAVF NB2953 (и ещё один такой же на обратной стороне, итого 256 ГБ).
 - Микроконтроллер NXP [11U37](#). Объём флеш-памяти – 128 кБ, объём статической памяти – 10 кБ.
 - Датчик температуры SMSC [1704-2](#).
 - Texas Instrument SN6508 (вероятно, это конвертер мощности одного типа с [SN6501](#)).

Шаг 13



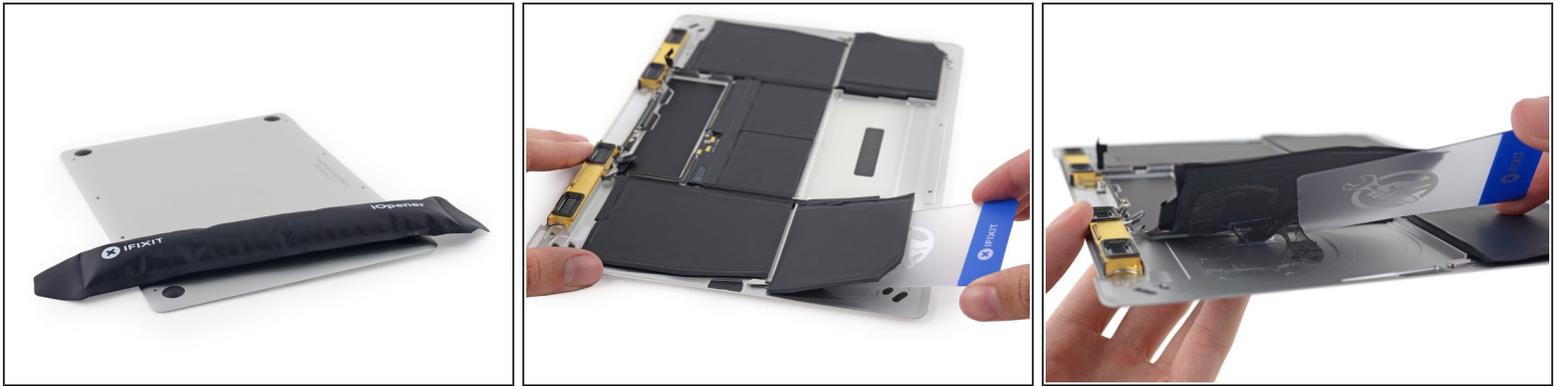
- На обратной стороне платы:
 - Двухъядерный процессор Intel [SR23G](#) Core M-5Y31 с графикой Intel HD 5300.
 - Модуль энергоэффективной оперативной памяти LPDDR3 на 4 Гб (то есть на 512 МБ) – SK Hynix H9TKNNN4GDMRRR-NGM.
 - Второй 128-гигабайтный модуль флеш-памяти Toshiba, о котором мы упоминали шагом ранее.
 - Модуль оперативной памяти DDR3 SDRAM – Elpida/Micron [J4216EFBG-GNL-F](#).
 - Broadcom BCM15700A2. [Вероятно](#), это чипсет беспроводной связи.
 - Murata 339S0250. Скорее всего, перед нами разновидность Wi-Fi-модуля 339S02541 из [iPad Air 2](#).
 - 980 YFE TM4EA231 H6ZXRI 49AQN5W GI

Шаг 14



- In 2011, Apple acquired [Anobit](#), an Israeli flash memory controller designer.
- Four years later, it looks like they might now have something to show for it—thanks to [Anandtech's](#) report that the MacBook's SSD looked a little unusual in the system profiler, we took our heat gun to the SK Hynix SDRAM to see what was hiding underneath.
- Where we expected to see something by Samsung or Toshiba, we found an unbranded chip with a very Apple-esque part number: 338S00055.
- ⓘ Our friends at [ChipWorks](#) took a peek, and have confirmed this is definitely an Apple custom device, fabricated at [TSMC](#). We'll have more details soon!

Шаг 15



- Не стоило надеяться, что батарея держится на нескольких винтах а-ля [MacBook Air](#). Достаём грелку и карточки.
- ⓘ Новая ступенчатая батарея якобы позволила Apple «совершить невозможное – повысить ёмкость на 35%».
 - Мы-то надеялись, что подобная конструкция обеспечит дополнительное место для пары винтов или зажимов, которые мы [наблюдали](#) на корпусе. Видимо, нет.
 - Уже даже к простой крышке приходится прикладывать грелку iOpener.
 - Скребём и отчищаем. Вы только посмотрите на эти остатки клея.

Шаг 16



- Даже центральная ячейка батареи – и та приклеена. Как же хотелось, чтобы липкие батарейные отсеки из [13-дюймового MacBook Pro](#) не вошли в тренд.
- Хуже всего то, что батарея установлена в углублении и поддеть её можно, лишь опираясь карточкой на металлическую перегородку.
- ⓘ Чтобы поместить ячейки в нужные отсеки, Apple использует высокоскоростные камеры, «выявляя микроскопические различия».
- ⓘ Работать с таким уровнем точности полезно, когда необходимо где-то расположить как можно более крупную батарею. Но этот подход не вяжется с идеей об её замене.
- Но мы её, [мультисегментную](#), всё-таки достали.

Шаг 17



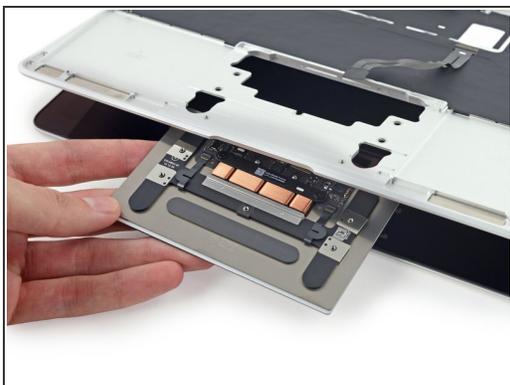
- Единственный порт USB-C, механизм «бабочка» для клавиатуры и вот, батарея. Всё это – передовые изобретения, которыми Apple стремится похвастаться. В компании придумали эту хитроумную батарею, чтобы обеспечить гаджет питанием.
- 7,55 В, 39,71 Вт·ч и 5263 мА·ч – характеристики лишь ненамного превышают таковые у безнадёжно толстого [11-дюймового Air](#) 2015 года. Впрочем, Apple смогла раскошегарить производительность батареи до такой степени, что сёрфить по интернету можно до 9 часов кряду, а смотреть видео в iTunes – до 10 часов.
- ⓘ К примеру, для [Surface Pro 3](#) тоже заявлены 9 часов веб-браузинга, но в нём установлена несколько более крупная батарея – 7,6 В, 5380 мА·ч, 42,4 Вт·ч.

Шаг 18



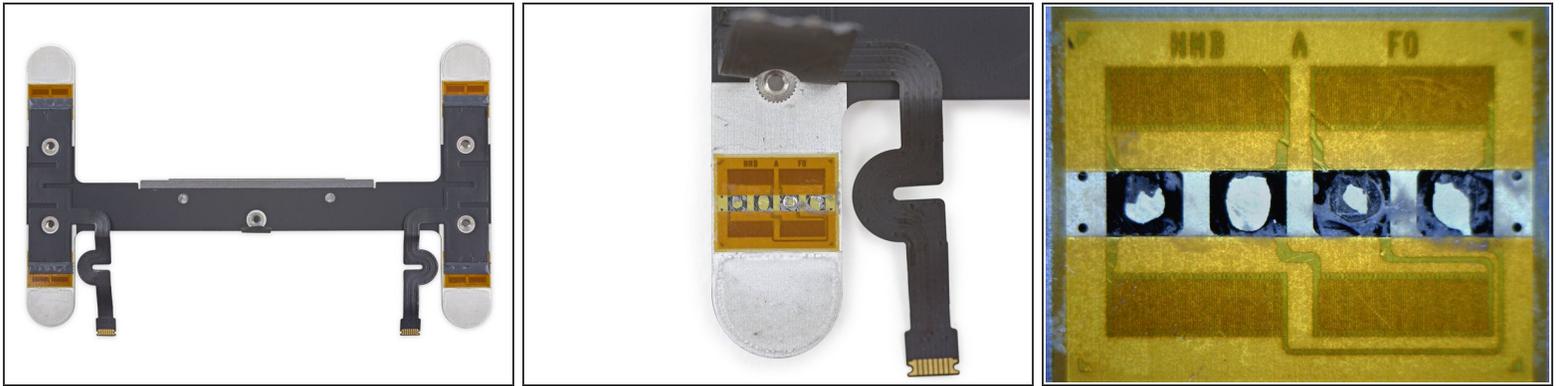
- Мы напали на [золотую жилу!](#).. А может, это просто диэлектрическое покрытие поверх алюминия.
- [Антенны](#) установлены в специальных пазах внутри динамиков.
- ⓘ Если перед нами и впрямь диэлектрическое покрытие, то, судя по недавним [патентам](#) Apple, компания использует сами корпуса динамиков в качестве соединительной антенны. Тем самым в столь миниатюрном форм-факторе достигается максимальная энергоэффективность.

Шаг 19



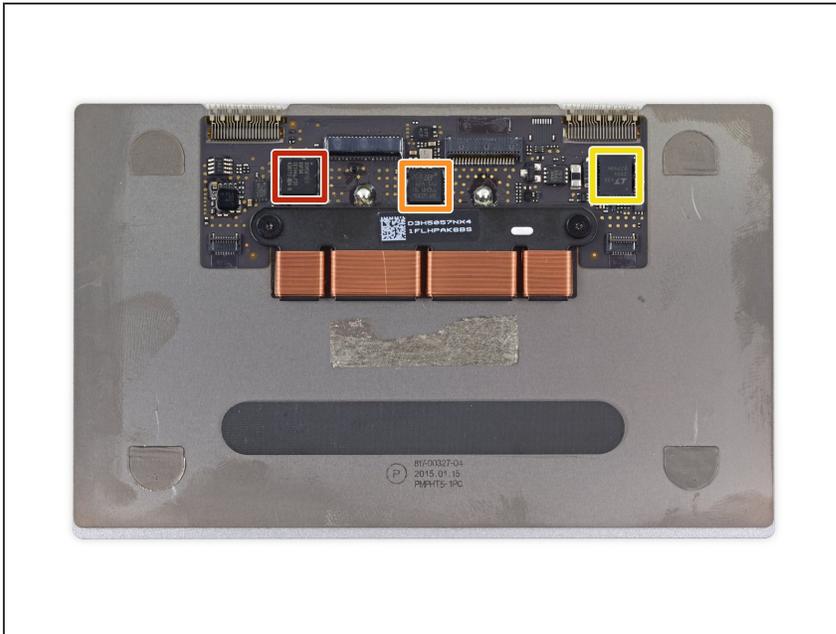
- Вот мы и добрались до пресловутого трекпада. Как можно было догадаться, трекпад Force Touch выглядит чуть вкуснее своего собрата из [13-дюймового MacBook Pro](#).
- Срезав скобу, мы смогли полностью разглядеть привод Taptic Engine.

Шаг 20



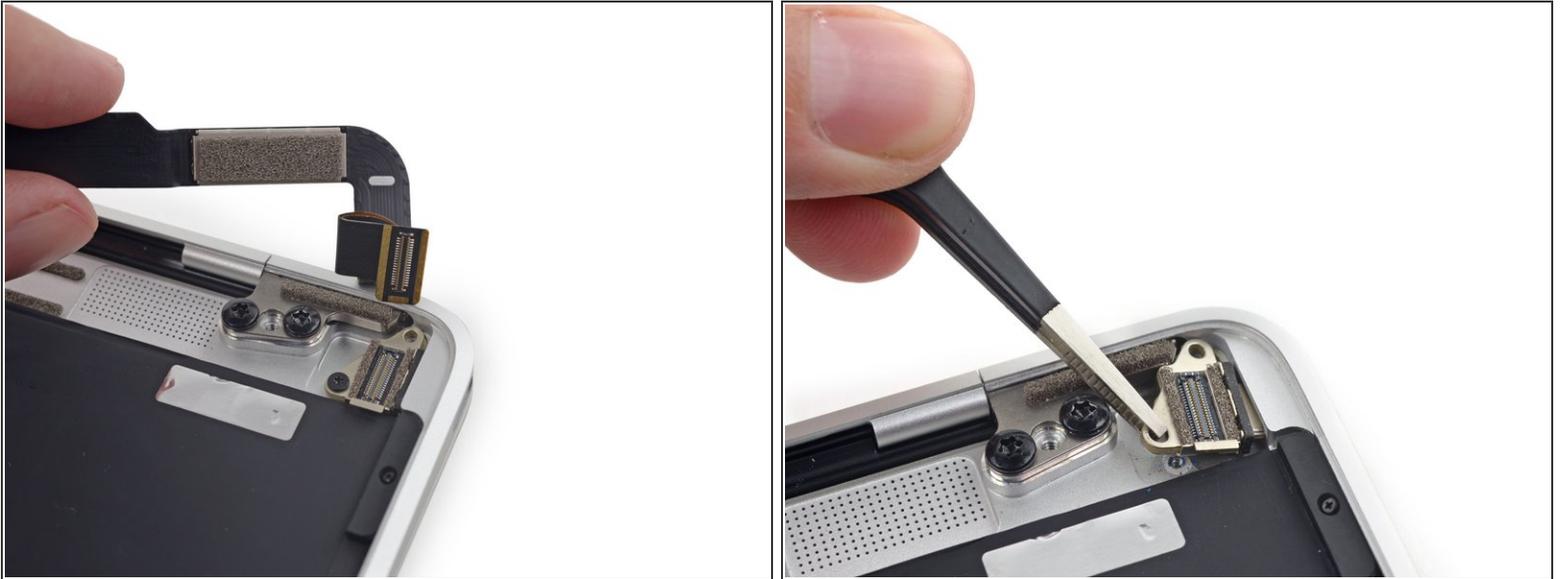
- Всего-то четыре [тензометрических датчика](#)? Нет, нужно ещё поискать.
- Ага! Под кабелем (который, кстати, посажен на какой-то странный резиновый клей) мы нашли кое-что интересное.
- Как мы уже знаем по предыдущему опыту с Force Touch, датчики без какого-либо заметного движения измеряют давление, которое вы прикладываете с помощью пальцев.
- ⓘ Taptic Engine обеспечивает виртуальный клик, при этом все части трекпада остаются полностью неподвижными. Обычно такая схема означает, что запчасть обладает большей прочностью.

Шаг 21



- Избавившись от тензодатчиков, мы обратили взор на чипы, обеспечивающие работу трекпада.
- Контроллер тач-скрина Broadcom [BCM5976](#).
- Микроконтроллер ST Microelectronics [32F103](#) на базе ARM Cortex-M.
- Светодиодный конвертер с внутренним [ШИМ](#)-генератором – Linear Technology [LT3954](#).

Шаг 22



- Снова достаём отвёртку под трёхлучевой шлиц, и тут выясняется, что кабель разъёма USB-C на самом деле составной.
- И его составная часть скрыта под шарниром дисплея. Как жестоко по отношению к мастеру.
 - ⓘ Кто-то очень не хочет, чтобы мы меняли этот разъём...
- Мы ещё к тебе вернёмся, USB-C.

Шаг 23



- Что ж, по крайней мере, в части аудио имеет место модульная система. Дочерняя плата и мини-джек снимаются легко. Но вот пара микрофонов...
- Проклятые микрофоны спрятаны за клавиатурой.
- Стоп, это винты, а не заклёпки? Мы в кои-то веки можем попасть внутрь? Слава богу.
- Справедливости ради: угловой винт – это вновь Pentalobe, [P2](#) из набора под iPhone. *На самом деле Apple всё-таки не желает пускать нас дальше.*

Шаг 24



- Спустя три винта Pentalobe...
 - И 10 винтов Philips с таинственными наклонными распорками, позволяющими крепить клавиатуру под углом...
 - И ещё два винта, которые установлены в зажимах на корпусе (см. [шаг 6](#))...
 - А на самом деле зря мы жалуемся. Самое главное, что здесь нет клея...
 - Нет, этого не не может быть.
 - Клейкая основа (нечто вроде липкой ленты) прикреплена к клавиатуре и едва держится при отклеивании.
 - Прямо под клейкой основой вы найдёте [сетку из звездообразных отверстий](#). Это звёзды смерти, уверяем вас. По два винта Pentalobe на каждую клавишу плюс ряд внизу и вверху – итого **83** винта без учёта трёх указанных выше.
- i** Ох уж этот Джони Айв.

Шаг 25



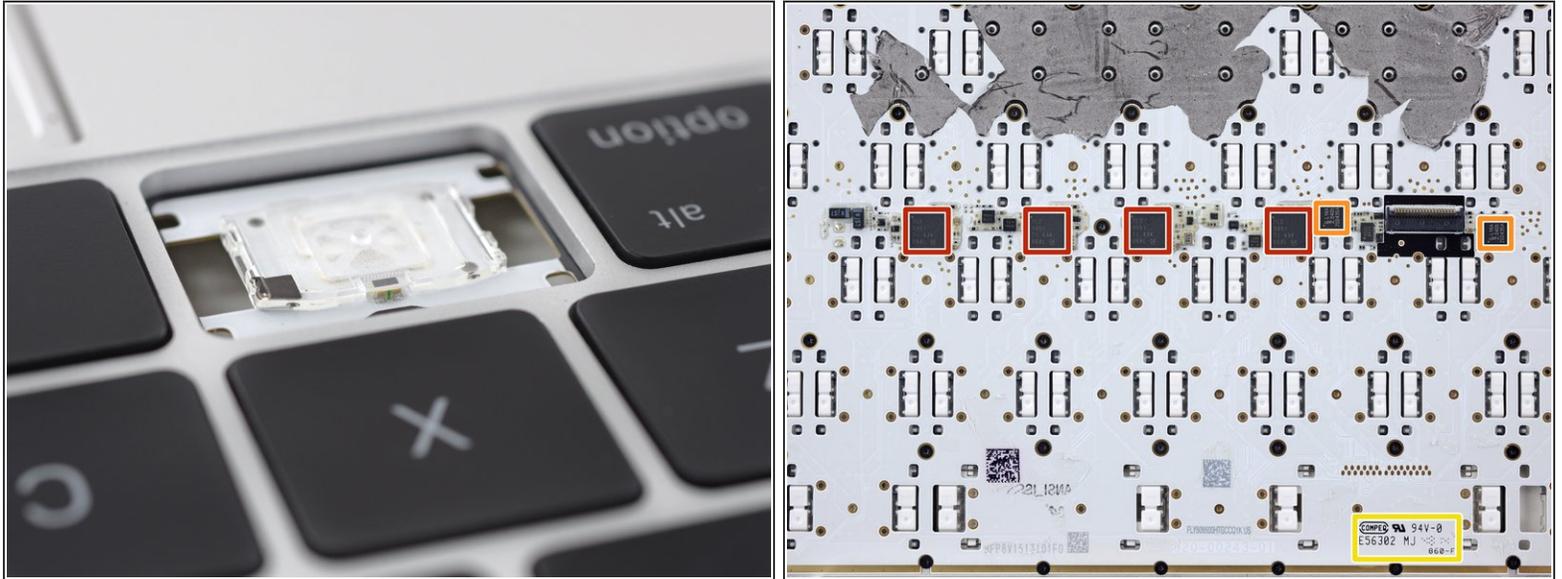
- Опустошённые видом сетки из винтов сзади, мы решаем зайти спереди. Клавиши довольно легко отстёгиваются и, кажется, спокойно встают обратно на место.
- Раз уж внутри так мало движущихся частей, не сослужит ли механизм «бабочка» хорошую службу при ремонте?
- ⓘ У нас есть опасение, что по причине «усталости пластмассы» шарнир в самом тонком месте может в какой-то момент сломаться... Но давайте доверимся Apple. Будем надеяться, в компании учли подобный риск.
- Кронштейн каждой из клавиш держится в крошечных зажимах. [Как мило.](#)

Шаг 26



- Теперь необходимо снять дисплей и добраться до проклятого разъёма USB-C!
- Напоминаем, что USB-C позволяет сразу и осуществлять зарядку, и обмениваться данными, и транслировать видео.
- ⓘ Невозможно не задуматься, почему Apple ограничилась одним портом. Всякий раз, когда вы захотите зарядить ноутбук и одновременно воспользоваться каким-нибудь USB-девайсом, вам потребуется [адаптер за 5990 рублей](#).
- ⓘ Некоторые критики также говорили, что USB-C хоть и способствует внешнему виду ноутбука, но при этом может вызвать [проблемы с безопасностью](#).
- USB-C обеспечивает скорость до 10 Гб/с и двунаправленный поток мощности 20 В/5 А, а его симметричное исполнение призвано решить все ваши [проблемы с USB](#).

Шаг 27



- Отказавшись от полосы светодиодов со светопроводящей матрицей, Apple установила по одному диоду под каждой кнопкой.
- А на обратной стороне мы нашли:
 - Ряд из четырёх аппаратных светодиодных ШИМ-драйверов Texas Instruments [TLC5951](#).
 - Пару расширителей ввода-вывода NXP [PCAL6416A](#).
- ⓘ Apple говорит, что такая конструкция гарантирует ровное освещение всей клавиатуры и при этом обеспечивает более высокий уровень энергоэффективности.
 - Производитель печатных плат Compeq по итогам марта [заявил](#) о росте своей выручки.

Шаг 28



REPAIRABILITY SCORE:



- Ремонтопригодность 12-дюймового MacBook с дисплеем Retina – **1 балл из 10** (при 10 баллах починить устройство не составляет труда).
- Проприетарные винты Pentalobe продолжают портить вам жизнь, а новая схема прокладки кабелей ещё больше усложняет процедуру.
- Чтобы заменить универсальный порт ввода-вывода, требуется поработать отвёрткой под трёхлучевой шлиц. Кроме того, разъём скрыт под шарниром дисплея.
- Батарея целиком и очень качественно приклеена к нижней части корпуса.
- Дисплей Retina – это по-прежнему единый юнит без отдельного защитного стекла. Если экран нужно будет заменить, эта операция влетит вам в копеечку.
- Процессор, а также оперативная и флеш-память установлены на одной материнской плате.

To reassemble your device, follow these instructions in reverse order.