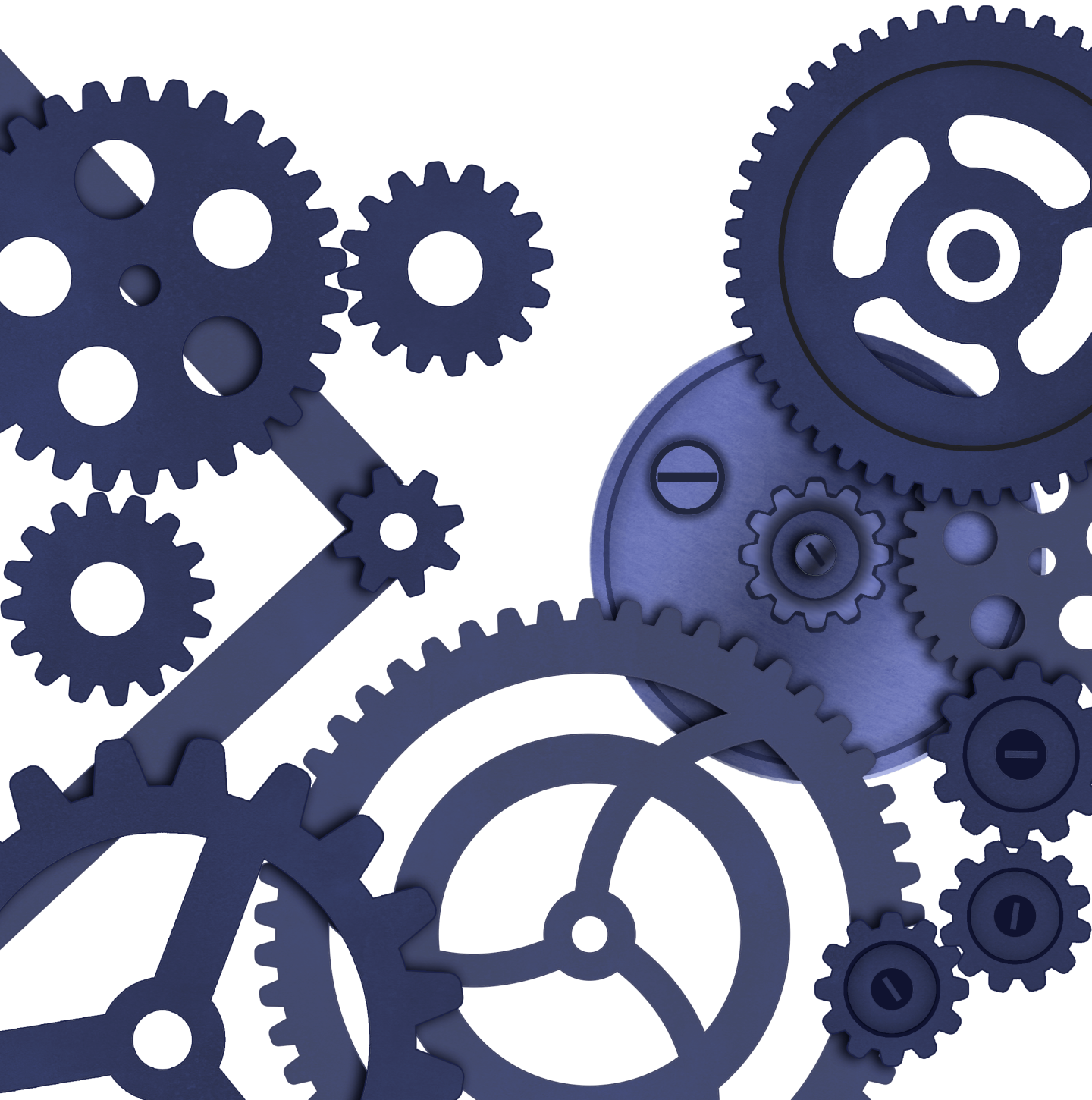
Сергей Константинов
API



Сергей Константинов. API.
yatwirl@gmail.com · linkedin.com/in/twirl · patreon.com/yatwirl

«API-first» подход — одна из самых горячих горячих тем в разработке программного обеспечения в наше время. Многие компании начали понимать, что API выступает мультипликатором их возможностей — но также умножает и допущенные ошибки.

Эта книга посвящена проектированию API: как правильно выстроить архитектуру, начиная с высокоуровневого планирования и заканчивая деталями реализации конкретных интерфейсов, и как развивать API, не нарушая обратную совместимость.

Иллюстрации и вдохновение: Maria Konstantinova · art.mari.ka.

Исходный код доступен на github.com/twirl/The-API-Book

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Глава 1. О структуре этой книги

Книга, которую вы держите в руках, состоит из введения и двух больших разделов (ещё один находится в разработке).

В первом разделе мы поговорим о проектировании API на стадии разработки концепции — как грамотно выстроить архитектуру, от крупноблочного планирования до конечных интерфейсов.

Второй раздел посвящён жизненному циклу API — как интерфейсы эволюционируют со временем и как развивать продукт так, чтобы отвечать потребностям пользователей.

Наконец, третий раздел будет касаться больше неразработческих сторон жизни API — поддержки, маркетинга, работы с комьюнити.

Первые два будут интересны скорее разработчикам, третий — и разработчикам, и менеджерам. При этом мы настаиваем, что как раз третий раздел — самый важный. Ввиду того, что API — продукт для программистов, перекладывать ответственность за его развитие и поддержку на неразработчиков неправильно: никто кроме вас самих не понимает так хорошо продуктовые свойства вашего API.

На этом переходим к делу.

Глава 2. Определение API

Прежде чем говорить о разработке API, необходимо для начала договориться о том, что же такое API. Энциклопедия скажет нам, что API — это программный интерфейс приложений. Это точное определение, но бессмысленное. Примерно как определение человека по Платону: «двуногое без перьев» — определение точное, но никоим образом не дающее нам представление о том, чем на самом деле человек примечателен. (Да и не очень-то и точное: Диоген Синопский как-то ощипал петуха и заявил, что это человек Платона; пришлось дополнить определение уточнением «с плоскими ногтями».)

Что же такое API по смыслу, а не по формальному определению?

Вероятно, вы сейчас читаете эту книгу посредством браузера. Чтобы браузер смог отобразить эту страничку, должны корректно отработать: разбор URL согласно спецификации; служба DNS; соединение по протоколу TLS; передача данных по протоколу HTTP; разбор HTML-документа; разбор CSS-документа; корректный рендеринг HTML+CSS.

Но это только верхушка айсберга. Для работы HTTP необходима корректная работа всего сетевого стека, который состоит из 4-5, а то и больше, протоколов разных уровней. Разбор HTML-документа производится согласно сотням различных спецификаций. Рендеринг документа обращается к нижележащему API операционной системы, а также напрямую к API видеокарты. И так далее, и тому подобное — вплоть до того, что наборы команд современных CISC-процессоров имплементируются поверх API микрокоманд.

Иными словами, десятки, если не сотни различных API должны корректно отработать для выполнения базовых действий типа просмотра web-страницы; без надёжной работы каждого из них современные информационные технологии попросту не могли бы существовать.

API — это обязательство. Формальное обязательство связывать между собой различные программируемые контексты.

Когда меня просят привести пример хорошего API, я обычно показываю фотографию древнеримского акведука:

Древнеримский акведук Пон-дю-Гар. Построен в I веке н.э.
Image Credit: **igorelick @ pixabay**

- он связывает между собой две области
- обратная совместимость нарушена ноль раз за последние две тысячи лет.

Отличие древнеримского акведука от хорошего API состоит лишь в том, что API предлагает *программный* контракт. Для связывания двух областей необходимо написать некоторый *код*. Цель этой книги: помочь вам разработать API, так же хорошо выполняющий свою задачу, как и древнеримский акведук.

Акведук хорошо иллюстрирует и другую проблему разработки API: вашими пользователями являются инженеры. Вы не поставляете воду напрямую потребителю: к вашей инженерной мысли подключаются заказчики путём пристройки к ней каких-то своих инженерных конструкций. С одной стороны, вы можете обеспечить водой гораздо больше людей, нежели если бы вы сами подводили трубы к каждому крану. С другой — качество инженерных решений заказчика вы не можете контролировать, и проблемы с водой, вызванные некомпетентностью подрядчика, неизбежно будут валить на вас.

Именно поэтому проектирование API налагает на вас несколько большую ответственность. **API является как мультипликатором ваших возможностей, так и мультипликатором ваших ошибок**.

Глава 3. Критерии качества API

Прежде чем излагать рекомендации, нам следует определиться с тем, что мы считаем «хорошим» API, и какую пользу мы получаем от того, что наш API «хороший».

Начнём со второго вопроса. Очевидно, «хорошесть» API определяется в первую очередь тем, насколько он помогает разработчикам решать стоящие перед ними задачи. (Можно резонно возразить, что решение задач, стоящих перед разработчиками, не обязательно влечёт за собой выполнение целей, которые мы ставим перед собой, предлагая разработчикам API. Однако манипуляция общественным мнением не входит в область интересов автора этой книги: здесь и далее предполагается, что API существует в первую очередь для того, чтобы разработчики решали с его помощью свои задачи, а не ради каких-то завуалированных целей).

Как же дизайн API может помочь разработчику? Очень просто: API должен решать задачи *максимально удобно и понятно*. Путь разработчика от формулирования своей задачи до написания работающего кода должен быть максимально коротким. Это, в том числе, означает, что:

- из структуры вашего API должно быть максимально очевидно, как решить ту или иную задачу; в идеале разработчику должно быть достаточно одного взгляда на документацию, чтобы понять, с помощью каких сущностей следует решать поставленную задачу;
- API должен быть читаемым: в идеале разработчик, просто глядя в номенклатуру методов, сразу пишет правильный код, не углубляясь в детали (особенно — детали реализации!); немаловажно уточнить, что из интерфейсов объектов должно быть понятно не только решение задачи, но и возможные ошибки и исключения;
- API должен быть консистентен: при разработке новой функциональности, т.е. при обращении к каким-то незнакомым сущностям в API, разработчик может действовать по аналогии с уже известными ему концепциями API, и его код будет работать.

Однако статическое удобство и понятность API — это простая часть. В конце концов, никто не стремится специально сделать API нелогичным и нечитаемым — всегда при разработке мы начинаем с каких-то понятных базовых концепций. При минимальном опыте проектирования сложно сделать ядро API, не

удовлетворяющее критериям очевидности, читаемости и консистентности.

Проблемы возникают, когда мы начинаем API развивать. Добавление новой функциональности рано или поздно приводит к тому, что некогда простой и понятный API становится наслоением разных концепций, а попытки сохранить обратную совместимость приводят к нелогичным, неочевидным и попросту плохим решениям. Отчасти это связано так же и с тем, что невозможно обладать полным знанием о будущем: ваше понимание о «правильном» API тоже будет меняться со временем, как в объективной части (какие задачи и каким образом решает API), так и в субъективной — что такое очевидность, читабельность и консистентность для вашего API.

Принципы, которые мы будем излагать ниже, во многом ориентированы именно на то, чтобы API правильно развивался во времени и не превращался в нагромождение разнородных неконсистентных интерфейсов. Важно понимать, что такой подход тоже не бесплатен: необходимость держать в голове варианты развития событий и закладывать возможность изменений в API означает избыточность интерфейсов и возможно излишнее абстрагирование. И то, и другое, помимо прочего, усложняет и работу программиста, пользующегося вашим API. **Закладывание перспектив «на будущее» имеет смысл, только если это будущее у API есть, иначе это попросту оверинжиниринг**.

Глава 4. Обратная совместимость

Обратная совместимость — это некоторая *временна́я* характеристика качества вашего API. Именно необходимость поддержания обратной совместимости отличает разработку API от разработки программного обеспечения вообще.

Разумеется, обратная совместимость не абсолютна. В некоторых предметных областях выпуск новых обратно несовместимых версий API является вполне рутинной процедурой. Тем не менее, каждый раз, когда выпускается новая обратно несовместимая версия API, всем разработчикам приходится инвестировать какое-то ненулевое количество усилий, чтобы адаптировать свой код к новой версии. В этом плане выпуск новых версий API является некоторого рода «налогом» на потребителей — им нужно тратить вполне осязаемые деньги только для того, чтобы их продукт продолжал работать.

Конечно, крупные компании с прочным положением на рынке могут позволить себе такой налог взимать. Более того, они могут вводить какие-то санкции за отказ от перехода на новые версии API, вплоть до отключения приложений.

С нашей точки зрения, подобное поведение ничем не может быть оправдано. Избегайте скрытых налогов на своих пользователей. Если вы можете не ломать обратную совместимость — не ломайте её.

Да, безусловно, поддержка старых версий API — это тоже своего рода налог. Технологии меняются, и, как бы хорошо ни был спроектирован ваш API, всего предусмотреть невозможно. В какой-то момент ценой поддержки старых версий становится невозможность предоставлять новую функциональность и поддерживать новые платформы, и выпустить новую версию всё равно придётся. Однако вы по крайней мере сможете убедить своих потребителей в необходимости перехода.

Более подробно о жизненном цикле API и политиках выпуска новых версий будет рассказано в разделе II.

Глава 5. О версионировании

Здесь и далее мы будем придерживаться принципов версионирования semver:

1. Версия API задаётся тремя цифрами вида `1.2.3`.
2. Первая цифра (мажорная версия) увеличивается при обратно несовместимых изменениях в API.
3. Вторая цифра (минорная версия) увеличивается при добавлении новой функциональности с сохранением обратной совместимости.
4. Третья цифра (патч) увеличивается при выпуске новых версий, содержащих только исправление ошибок.

Выражения «мажорная версия API» и «версия API, содержащая обратно несовместимые изменения функциональности» тем самым следует считать эквивалентными.

Более подробно о политиках версионирования будет рассказано в разделе II. В разделе I мы ограничимся лишь указанием версии API в формате `v1`, `v2`, etc.

Глава 6. Условные обозначения и терминология

В мире разработки программного обеспечения существует множество различных парадигм разработки, адепты которых зачастую настроены весьма воинственно по отношению к адептам других парадигм. Поэтому при написании этой книги мы намеренно избегали слов «метод», «объект», «функция» и так далее, используя нейтральный термин «сущность», под которым понимается некоторая атомарная единица функциональности: класс, метод, объект, монада, прототип (нужное подчеркнуть).

Для составных частей сущности, к сожалению, достаточно нейтрального термина нам придумать не удалось, поэтому мы используем слова «поля» и «методы».

Большинство примеров API в общих разделах будут даны в виде JSON-over-HTTP-эндпойтов. Это некоторая условность, которая помогает описать концепции, как нам кажется, максимально понятно. Вместо `GET /v1/orders` вполне может быть вызов метода `orders.get()`, локальный или удалённый; вместо JSON может быть любой другой формат данных. Смысл утверждений от этого не меняется.

Рассмотрим следующую запись:

```
// Описание метода
POST /v1/bucket/{id}/some-resource
X-Idempotency-Token: <токен идемпотентности>
{
  …
  // Это однострочный комментарий
  "some_parameter": "value",
  …
}
→ 404 Not Found
Cache-Control: no-cache
{
  /* А это многострочный
     комментарий */
  "error_message"
}
```

Её следует читать так:

- клиент выполняет POST-запрос к ресурсу `/v1/bucket/{id}/some-resource`, где `{id}` заменяется на некоторый идентификатор `bucket`-а (при отсутствии уточнений подстановки вида `{something}` следует относить к ближайшему термину слева);
- запрос сопровождается (помимо стандартных заголовков, которые мы опускаем) дополнительным заголовком `X-Idempotency-Token`;
- фразы в угловых скобках (`<токен идемпотентности>`) описывают семантику значения сущности (поля, заголовка, параметра);
- в качестве тела запроса передаётся JSON, содержащий поле `some_parameter` со значением `value` и ещё какие-то поля, которые для краткости опущены (что показано многоточием);
- в ответ (индицируется стрелкой →) сервер возвращает статус `404 Not Found`; статус может быть опущен (отсутствие статуса следует трактовать как `200 OK`);
- в ответе также могут находиться дополнительные заголовки, на которые мы обращаем внимание;
- телом ответа является JSON, состоящий из единственного поля `error_message`; отсутствие значения поля означает, что его значением является именно то, что в этом поле и ожидается — в данном случае какое-то сообщение об ошибке.

Здесь термин «клиент» означает «приложение, установленное на устройстве пользователя, использующее рассматриваемый API». Приложение может быть как нативным, так и веб-приложением. Термины «агент» и «юзер-агент» являются синонимами термина «клиент».

Ответ (частично или целиком) и тело запроса могут быть опущены, если в контексте обсуждаемого вопроса их содержание не имеет значения.

Возможна сокращённая запись вида: `POST /some-resource {…, "some_parameter", …} → { "operation_id" }`; тело запроса и/или ответа может опускаться аналогично полной записи.

Чтобы сослаться на это описание будут использоваться выражения типа «метод `POST /v1/bucket/{id}/some-resource`» или, для простоты, «метод `some-resource`» или «метод `bucket/some-resource`» (если никаких других `some-resource` в контексте главы не упоминается и перепутать не с чем).

Помимо HTTP API-нотации мы будем активно использовать C-подобный псевдокод — точнее будет сказать, JavaScript или Python-подобный, поскольку нотации типов мы будем опускать. Мы предполагаем, что подобного рода императивные конструкции достаточно читабельны, и не будем здесь описывать грамматику подробно.

РАЗДЕЛ I. ПРОЕКТИРОВАНИЕ API

Глава 7. Пирамида контекстов API

Подход, который мы используем для проектирования, состоит из четырёх шагов:

- определение области применения;
- разделение уровней абстракции;
- разграничение областей ответственности;
- описание конечных интерфейсов.

Этот алгоритм строит API сверху вниз, от общих требований и сценариев использования до конкретной номенклатуры сущностей; фактически, двигаясь этим путём, вы получите на выходе готовый API — чем этот подход и ценен.

Может показаться, что наиболее полезные советы приведены в последнем разделе, однако это не так; цена ошибки, допущенной на разных уровнях весьма различна. Если исправить плохое именование довольно просто, то исправить неверное понимание того, зачем вообще нужен API, практически невозможно.

NB. Здесь и далее мы будем рассматривать концепции разработки API на примере некоторого гипотетического API заказа кофе в городских кофейнях. На всякий случай сразу уточним, что пример является синтетическим; в реальной ситуации, если бы такой API пришлось проектировать, он, вероятно, был бы совсем не похож на наш выдуманный пример.

Глава 8. Определение области применения

Ключевой вопрос, который вы должны задать себе четыре раза, выглядит так: какую проблему мы решаем? Задать его следует четыре раза с ударением на каждом из четырёх слов.

1. *Какую* проблему мы решаем? Можем ли мы чётко описать, в какой ситуации гипотетическим потребителям-разработчикам нужен наш API?

2. Какую *проблему* мы решаем? А мы правда уверены, что описанная выше ситуация — проблема? Действительно ли кто-то готов платить (в прямом и переносном смысле) за то, что ситуация будет как-то автоматизирована?

3. Какую проблему *мы* решаем? Действительно ли решение этой проблемы находится в нашей компетенции? Действительно ли мы находимся в той позиции, чтобы решить эту проблему?

4. Какую проблему мы *решаем*? Правда ли, что решение, которое мы предлагаем, действительно решает проблему? Не создаём ли мы на её месте другую проблему, более сложную?

Итак, предположим, что мы хотим предоставить API автоматического заказа кофе в городских кофейнях. Попробуем применить к нему этот принцип.

1. Зачем кому-то может потребоваться API для приготовления кофе? В чём неудобство заказа кофе через интерфейс, человек-человек или человек-машина? Зачем нужна возможность заказа машина-машина?

    - Возможно, мы хотим решить проблему выбора и знания? Чтобы человек наиболее полно знал о доступных ему здесь и сейчас опциях.
    - Возможно, мы оптимизируем время ожидания? Чтобы человеку не пришлось ждать, пока его заказ готовится.
    - Возможно, мы хотим минимизировать ошибки? Чтобы человек получил именно то, что хотел заказать, не потеряв информацию при разговорном общении либо при настройке незнакомого интерфейса кофемашины.

Вопрос «зачем» — самый важный из тех вопросов, которые вы должны задавать себе. Не только глобально в отношении целей всего проекта, но и локально в отношении каждого кусочка функциональности. **Если вы не можете коротко и понятно ответить на вопрос «зачем эта сущность нужна» — значит, она не нужна**.

Здесь и далее предположим (в целях придания нашему примеру глубины и некоторой упоротости), что мы оптимизируем все три фактора в порядке убывания важности.

2. Правда ли решаемая проблема существует? Действительно ли мы наблюдаем неравномерную загрузку кофейных автоматов по утрам? Правда ли люди страдают от того, что не могут найти поблизости нужный им латте с ореховым сиропом? Действительно ли людям важны те минуты, которые они теряют, стоя в очередях?

3. Действительно ли мы обладаем достаточным ресурсом, чтобы решить эту проблему? Есть ли у нас доступ к достаточному количеству кофемашин и клиентов, чтобы обеспечить работоспособность системы?

4. Наконец, правда ли мы решим проблему? Как мы поймём, что оптимизировали перечисленные факторы?

На все эти вопросы, в общем случае, простого ответа нет. В идеале ответы на эти вопросы должны даваться с цифрами в руках. Сколько конкретно времени тратится неоптимально, и какого значения мы рассчитываем добиться, располагая какой плотностью кофемашин? Заметим также, что в реальной жизни просчитать такого рода цифры можно в основном для проектов, которые пытаются влезть на уже устоявшийся рынок; если вы пытаетесь сделать что-то новое, то, вероятно, вам придётся ориентироваться в основном на свою интуицию.

Почему API?

Поскольку наша книга посвящена не просто разработке программного обеспечения, а разработке API, то на все эти вопросы мы должны взглянуть под другим ракурсом: а почему для решения этих задач требуется именно API, а не просто программное обеспечение? В нашем вымышленном примере мы должны спросить себя: зачем нам нужно предоставлять сервис для других разработчиков,

чтобы они могли готовить кофе своим клиентам, а не сделать своё приложение для конечного потребителя?

Иными словами, должна иметься веская причина, по которой два домена разработки ПО должны быть разделены: есть оператор(ы), предоставляющий API; есть оператор(ы), предоставляющий сервисы пользователям. Их интересы в чём-то различны настолько, что объединение этих двух ролей в одном лице нежелательно. Более подробно мы изложим причины и мотивации делать именно API в разделе III.

Заметим также следующее: вы должны браться делать API тогда и только тогда, когда в ответе на второй вопрос написали «потому что в этом состоит наша экспертиза». Разрабатывая API, вы занимаетесь некоторой мета-разработкой: вы пишете ПО для того, чтобы другие могли разрабатывать ПО для решения задачи пользователя. Не обладая экспертизой в обоих этих доменах (API и конечные продукты) написать хороший API сложно.

Для нашего умозрительного примера предположим, что в недалеком будущем произошло разделение рынка кофе на две группы игроков: одни предоставляют само железо, кофейные аппараты, а другие имеют доступ к потребителю — примерно как это произошло, например, с рынком авиабилетов, где есть собственно авиакомпании, осуществляющие перевозку, и сервисы планирования путешествий, где люди выбирают варианты перелётов. Мы хотим агрегировать доступ к железу, чтобы владельцы приложений могли встраивать заказ кофе.

Что и как

Закончив со всеми теоретическими упражнениями, мы должны перейти непосредственно к дизайну и разработке API, имея понимание по двум пунктам.

1. Что конкретно мы делаем.
2. Как мы это делаем.

В случае нашего кофе-примера мы:

1. Предоставляем сервисам с большой пользовательской аудиторией API для того, чтобы их потребители могли максимально удобно для себя заказать кофе.

2. Для этого мы абстрагируем за нашим HTTP API доступ к «железу» и предоставим методы для выбора вида напитка и места его приготовления и для непосредственно исполнения заказа.

Глава 9. Разделение уровней абстракции

«Разделите свой код на уровни абстракции» — пожалуй, самый общий совет для разработчиков программного обеспечения. Однако будет вовсе не преувеличением сказать, что изоляция уровней абстракции — самая сложная задача, стоящая перед разработчиком API.

Прежде чем переходить к теории, следует чётко сформулировать, *зачем* нужны уровни абстракции и каких целей мы хотим достичь их выделением.

Вспомним, что программный продукт — это средство связи контекстов, средство преобразования терминов и операций одной предметной области в другую. Чем дальше друг от друга эти области отстоят — тем большее число промежуточных передаточных звеньев нам придётся ввести. Вернёмся к нашему примеру с кофейнями. Какие уровни сущностей мы видим?

1. Мы готовим с помощью нашего API *заказ* — один или несколько стаканов кофе — и взимаем за это плату.
2. Каждый стакан кофе приготовлен по определённому *рецепту*, что подразумевает наличие разных ингредиентов и последовательности выполнения шагов приготовления.
3. Напиток готовится на конкретной физической *кофемашине*, располагающейся в какой-то точке пространства.

Каждый из этих уровней задаёт некоторый срез нашего API, с которым будет работать потребитель. Выделяя иерархию абстракций мы, прежде всего, стремимся снизить связность различных сущностей нашего API. Это позволит нам добиться нескольких целей.

1. Упрощение работы разработчика и легкость обучения: в каждый момент времени разработчику достаточно будет оперировать только теми сущностями, которые нужны для решения его задачи; и наоборот, плохо выстроенная изоляция приводит к тому, что разработчику нужно держать в голове множество концепций, не имеющих прямого отношения к решаемой задаче.

2. Возможность поддерживать обратную совместимость; правильно подобранные уровни абстракции позволят нам в дальнейшем добавлять новую функциональность, не меняя интерфейс.

3. Поддержание интероперабельности. Правильно выделенные низкоуровневые абстракции позволят нам адаптировать наш API к другим платформам, не меняя высокоуровневый интерфейс.

Допустим, мы имеем следующий интерфейс:

```
// возвращает рецепт лунго
GET /v1/recipes/lungo
```

```
// размещает на указанной кофемашине
// заказ на приготовление лунго
// и возвращает идентификатор заказа
POST /v1/orders
{
  "coffee_machine_id",
  "recipe": "lungo"
}
```

```
// возвращает состояние заказа
GET /v1/orders/{id}
```

И зададимся вопросом, каким образом разработчик определит, что заказ клиента готов. Допустим, мы сделаем так: добавим в рецепт лунго эталонный объём, а в состояние заказа — количество уже налитого кофе. Тогда разработчику нужно будет проверить совпадение этих двух цифр, чтобы убедиться, что кофе готов.

Такое решение выглядит интуитивно плохим, и это действительно так: оно нарушает все вышеперечисленные принципы.

Во-первых, для решения задачи «заказать лунго» разработчику нужно обратиться к сущности «рецепт» и выяснить, что у каждого рецепта есть объём. Далее, нужно принять концепцию, что приготовление кофе заканчивается в тот момент, когда объём сравнялся с эталонным. Нет никакого способа об этой конвенции догадаться: она неочевидна и её нужно найти в документации. При этом никакой пользы для разработчика в этом знании нет.

Во-вторых, мы автоматически получаем проблемы, если захотим варьировать размер кофе. Допустим, в какой-то момент мы захотим предоставить пользователю выбор, сколько конкретно миллилитров лунго он желает. Тогда нам придётся проделать один из следующих трюков.

Вариант 1: мы фиксируем список допустимых объёмов и заводим фиктивные рецепты типа `/recipes/small-lungo`, `recipes/large-lungo`. Почему фиктивные? Потому что рецепт один и тот же, меняется только объём. Нам придётся либо тиражировать одинаковые рецепты, отличающиеся только объёмом, либо вводить какое-то «наследование» рецептов, чтобы можно было указать базовый рецепт и только переопределить объём.

Вариант 2: мы модифицируем интерфейс, объявляя объём кофе, указанный в рецепте, значением по умолчанию; при размещении заказа мы разрешаем указать объём, отличный от эталонного:

```
POST /v1/orders
{
  "coffee_machine_id",
  "recipe":"lungo",
  "volume":"800ml"
}
```

Для таких кофе произвольного объёма нужно будет получать требуемый объём не из `GET /v1/recipes`, а из `GET /v1/orders`. Сделав так, мы сразу получаем клубок из связанных проблем:

- разработчик, которому придётся поддержать эту функциональность, имеет высокие шансы сделать ошибку: добавив поддержку произвольного объёма кофе в код, работающий с `POST /v1/orders` нужно не забыть переписать код проверки готовности заказа;
- мы получим классическую ситуацию, когда одно и то же поле (объём кофе) значит разные вещи в разных интерфейсах. В `GET /v1/recipes` поле «объём» теперь значит «объём, который будет запрошен, если не передать его явно в `POST /v1/orders`»; переименовать его в «объём по умолчанию» уже не получится, с этой проблемой теперь придётся жить.

В-третьих, вся эта схема полностью неработоспособна, если разные модели кофемашин производят лунго разного объёма. Для решения задачи «объём лунго зависит от вида машины» нам придётся сделать совсем неприятную вещь: сделать рецепт зависимым от id машины. Тем самым мы начнём активно смешивать уровни абстракции: одной частью нашего API (рецептов) станет невозможно пользоваться без другой части (информации о кофемашинах). Что немаловажно, от разработчиков потребуется изменить логику своего приложения: если раньше они могли предлагать сначала выбрать объём, а потом кофемашину, то теперь им придётся полностью изменить этот шаг.

Хорошо, допустим, мы поняли, как сделать плохо. Но как же тогда сделать *хорошо*? Разделение уровней абстракции должно происходить вдоль трёх направлений:

1. От сценариев использования к их внутренней реализации: высокоуровневые сущности и номенклатура их методов должны напрямую отражать сценарии использования API; низкоуровневый — отражать декомпозицию сценариев на составные части.

2. От терминов предметной области пользователя к терминам предметной области исходных данных — в нашем случае от высокоуровневых понятий «рецепт», «заказ», «кофейня» к низкоуровневым «температура напитка» и «координаты кофемашины»

3. Наконец, от структур данных, в которых удобно оперировать пользователю к структурам данных, максимально приближенных к «сырым» — в нашем случае от «лунго» и «сети кофеен "Ромашка"» — к сырым байтовый данным, описывающим состояние кофемашины марки «Доброе утро» в процессе приготовления напитка.

Чем дальше находятся друг от друга программные контексты, которые соединяет наш API — тем более глубокая иерархия сущностей должна получиться у нас в итоге.

В нашем примере с определением готовности кофе мы явно пришли к тому, что нам требуется промежуточный уровень абстракции:

- с одной стороны, «заказ» не должен содержать информацию о датчиках и сенсорах кофемашины;
- с другой стороны, кофемашина не должна хранить информацию о свойствах заказа (да и вероятно её API такой возможности и не предоставляет).

Наивный подход в такой ситуации — искусственно ввести некий промежуточный уровень абстракции, «передаточное звено», который переформулирует задачи одного уровня абстракции в другой. Например, введём сущность `task` вида:

```
{
  …
  "volume_requested": "800ml",
  "volume_prepared": "200ml",
  "readiness_policy": "check_volume",
  "ready": false,
  "operation_state": {
    "status": "executing",
    "operations": [
      // описание операций, запущенных на
      // физической кофемашине
    ]
  }
  …
}
```

Мы называем этот подход «наивным» не потому, что он неправильный; напротив, это вполне логичное решение «по умолчанию», если вы на данном этапе ещё не знаете или не понимаете, как будет выглядеть ваш API. Проблема его в том, что он умозрительный: он не добавляет понимания того, как устроена предметная область.

Хороший разработчик в нашем примере должен спросить: хорошо, а какие вообще говоря существуют варианты? Как можно определять готовность напитка? Если вдруг окажется, что сравнение объёмов — единственный способ определения готовности во всех без исключения кофемашинах, то почти все рассуждения выше — неверны: можно совершенно спокойно включать в интерфейсы определение готовности кофе по объёму, т.к. никакого другого и не существует. Прежде, чем что-то абстрагировать — надо представлять, *что* мы, собственно, абстрагируем.

Для нашего примера допустим, что мы сели изучать спецификации API кофемашин и выяснили, что существует принципиально два класса устройств:

- кофемашины с предустановленными программами, которые умеют готовить заранее прошитые N видов напитков, и мы можем управлять только какими-то параметрами напитка (скажем, объёмом напитка, вкусом сиропа и видом молока); у таких машин отсутствует доступ к внутренним функциям и датчикам, но зато машина умеет через API сама отдавать статус приготовления напитка;
- кофемашины с предустановленными функциями типа «смолоть такой-то объём кофе», «пролить N миллилитров воды», «взбить молочную пену» и т.д.: у таких машин отсутствует понятие «программа приготовления», но есть доступ к микрокомандам и датчикам.

Предположим, для большей конкретности, что эти два класса устройств поставляются вот с таким физическим API.

- Машины с предустановленными программами:

```
// Возвращает список предустановленных программ
GET /programs
→
{
  // идентификатор программы
  "program": 1,
  // вид кофе
  "type": "lungo"
}
```

```
// Запускает указанную программу на исполнение
// и возвращает статус исполнения
POST /execute
{
  "program": 1,
  "volume": "200ml"
}
→
{
  // Уникальный идентификатор задания
  "execution_id": "01-01",
  // Идентификатор исполняемой программы
  "program": 1,
  // Запрошенный объём напитка
  "volume": "200ml"
}
```

```
// Отменяет текущую программу
POST /cancel
```

```
// Возвращает статус исполнения
// Формат аналогичен формату ответа `POST /execute`
GET /execution/status
```

NB. На всякий случай отметим, что данный API нарушает множество описанных нами принципов проектирования, начиная с отсутствия версионирования; он приведен в таком виде по двум причинам: (1) чтобы мы могли показать, как спроектировать API более удачно; (2) скорее всего, в реальной жизни вы получите именно такой API от производителей кофемашин, и это ещё довольно вменяемый вариант.

- Машины с предустановленными функциями:

```
// Возвращает список доступных функций
GET /functions
→
{
  "functions": [
    {
      // Тип операции
      // * set_cup — поставить стакан
      // * grind_coffee — смолоть кофе
      // * pour_water — пролить воду
      // * discard_cup — утилизировать стакан
      "type": "set_cup",
      // Допустимые аргументы для каждой операции
      // Для простоты ограничимся одним аргументом:
      // * volume — объём стакана, кофе или воды
      "arguments": ["volume"]
    },
    …
  ]
}
```

```
// Запускает на исполнение функцию
// с передачей указанных значений аргументов
POST /functions
{
  "type": "set_cup",
  "arguments": [{ "name": "volume", "value": "300ml" }]
}
```

```
// Возвращает статусы датчиков
GET /sensors
→
{
  "sensors": [
    {
      // Допустимые значения
      // * cup_volume – объём установленного стакана
      // * ground_coffee_volume – объём смолотого кофе
      // * cup_filled_volume – объём напитка в стакане
      "type": "cup_volume",
      "value": "200ml"
    },
    …
  ]
}
```

NB. Пример нарочно сделан умозрительным для моделирования ситуации, описанной в начале главы: для определения готовности напитка нужно сличить объём налитого с эталоном.

Теперь картина становится более явной: нам нужно абстрагировать работу с кофемашиной так, чтобы наш «уровень исполнения» в API предоставлял общие функции (такие, как определение готовности напитка) в унифицированном виде. Важно отметить, что с точки зрения разделения абстракций два этих вида кофемашин сами находятся на разных уровнях: первые предоставляют API более высокого уровня, нежели вторые; следовательно, и «ветка» нашего API, работающая со вторым видом машин, будет более «развесистой».

Следующий шаг, необходимый для отделения уровней абстракции — необходимо понять, какую функциональность нам, собственно, необходимо абстрагировать. Для этого нам необходимо обратиться к задачам, которые решает разработчик на уровне работы с заказами, и понять, какие проблемы у него возникнут в случае отсутствия нашего слоя абстракции.

1. Очевидно, что разработчику хочется создавать заказ унифицированным образом — перечислить высокоуровневые параметры заказа (вид напитка, объём и специальные требования, такие как вид сиропа или молока) — и не думать о том, как на конкретной машине исполнить этот заказ.

2. Разработчику надо понимать состояние исполнения — готов ли заказ или нет; если не готов — когда ожидать готовность (и надо ли её ожидать вообще в случае ошибки исполнения).
3. Разработчику нужно уметь соотносить заказ с его положением в пространстве и времени — чтобы показать потребителю, когда и как нужно заказ забрать.
4. Наконец, разработчику нужно выполнять атомарные операции — например, отменять заказ.

Заметим, что API первого типа гораздо ближе к потребностям разработчика, нежели API второго типа. Концепция атомарной «программы» гораздо ближе к удобному для разработчика интерфейсу, нежели работа с сырыми наборами команд и данными сенсоров. В API первого типа мы видим только две проблемы:

- отсутствие явного соответствия программ и рецептов; идентификатор программы по-хорошему вообще не нужен при работе с заказами, раз уже есть понятие рецепта;
- отсутствие явного статуса готовности.

С API второго типа всё гораздо хуже. Главная проблема, которая нас ожидает — отсутствие «памяти» исполняемых действий. API функций и сенсоров полностью stateless; это означает, что мы даже не знаем, кем, когда и в рамках какого заказа была запущена текущая функция.

Таким образом, нам нужно внедрить два новых уровня абстракции.

1. Уровень управления исполнением, предоставляющий унифицированный интерфейс к атомарным программам. «Унифицированный интерфейс» в данном случае означает, что, независимо от того, на какого рода кофемашине готовится заказ, разработчик может рассчитывать на:

    - единую номенклатуру статусов и других высокоуровневых параметров исполнения (например, ожидаемого времени готовности заказа или возможных ошибок исполнения);
    - единую номенклатуру доступных методов (например, отмены заказа) и их одинаковое поведение.

2. Уровень программы исполнения. Для API первого типа он будет представлять собой просто обёртку над существующим API программ; для API второго типа концепцию «рантайма» программ придётся полностью имплементировать нам.

Что это будет означать практически? Разработчик по-прежнему будет создавать заказ, оперируя только высокоуровневыми терминами:

```
POST /v1/orders
{
  "coffee_machine_id",
  "recipe": "lungo",
  "volume": "800ml"
}
→
{ "order_id" }
```

Имплементация функции `POST /orders` проверит все параметры заказа, заблокирует его стоимость на карте пользователя, сформирует полный запрос на исполнение и обратится к уровню исполнения. Сначала необходимо подобрать правильную программу исполнения:

```
POST /v1/program-matcher
{ "recipe", "coffee-machine" }
→
{ "program_id" }
```

Получив идентификатор программы, нужно запустить её на исполнение:

```
POST /v1/programs/{id}/run
{
  "order_id",
  "coffee_machine_id",
  "parameters": [
    {
      "name": "volume",
      "value": "800ml"
    }
  ]
}
→
{ "program_run_id" }
```

Обратите внимание, что во всей этой цепочке вообще никак не участвует тип API кофемашины — собственно, ровно для этого мы и абстрагировали. Мы могли бы сделать интерфейсы более конкретными, разделив функциональность `run` и `match` для разных API, т.е. ввести раздельные endpoint-ы:

- `POST /v1/program-matcher/{api_type}`
- `POST /v1/programs/{api_type}/{program_id}/run`

Достоинством такого подхода была бы возможность передавать в match и run не унифицированные наборы параметров, а только те, которые имеют значение в контексте указанного типа API. Однако в нашем дизайне API такой необходимости не прослеживается. Обработчик `run` сам может извлечь нужные параметры из мета-информации о программе и выполнить одно из двух действий:

- вызвать `POST /execute` физического API кофемашины с передачей внутреннего идентификатора программы — для машин, поддерживающих API первого типа;
- инициировать создание рантайма для работы с API второго типа.

Уровень рантаймов API второго типа, исходя из общих соображений, будет скорее всего непубличным, и мы плюс-минус свободны в его имплементации. Самым простым решением будет реализовать виртуальную state-машину, которая создаёт «рантайм» (т.е. stateful контекст исполнения) для выполнения программы и следит за его состоянием.

```
POST /v1/runtimes
{ "coffee_machine", "program", "parameters" }
→
{ "runtime_id", "state" }
```

Здесь `program` будет выглядеть примерно так:

```
{
  "program_id",
  "api_type",
  "commands": [
    {
      "sequence_id",
      "type": "set_cup",
      "parameters"
    },
    …
  ]
}
```

А `state` вот так:

```
{
  // Статус рантайма
  // * "pending" – ожидание
  // * "executing" – исполнение команды
  // * "ready_waiting" – напиток готов
  // * "finished" – все операции завершены
  "status": "ready_waiting",
  // Текущая исполняемая команда (необязательное)
  "command_sequence_id",
  // Чем закончилось исполнение программы
  // (необязательное)
  // * "success" – напиток приготовлен и выдан
  // * "terminated" – исполнение остановлено
  // * "technical_error" – ошибка при приготовлении
  // * "waiting_time_exceeded" – готовый заказ был
  //   утилизирован, т.к. его не забрали
  "resolution": "success",
  // Значения всех переменных,
  // включая состояние сенсоров
  "variables"
}
```

NB: в имплементации связки `orders` → `match` → `run` → `runtimes` можно пойти одним из двух путей:

- либо обработчик `POST /orders` сам обращается к доступной информации о рецепте, кофемашине и программе и формирует stateless-запрос, в котором указаны все нужные данные (тип API кофемашины и список команд в частности);
- либо в запросе содержатся только идентификаторы, и следующие обработчики в цепочке сами обратятся за нужными данными через какие-то внутренние API.

Оба варианта имеют право на жизнь; какой из них выбрать зависит от деталей реализации.

Изоляция уровней абстракции

Важное свойство правильно подобранных уровней абстракции, и отсюда требование к их проектированию — это требование изоляции: **взаимодействие возможно только между сущностями соседних уровней абстракции**. Если при проектировании выясняется, что для выполнения того или иного действия требуется «перепрыгнуть» уровень абстракции, это явный признак того, что в проекте допущены ошибки.

Вернёмся к нашему примеру. Каким образом будет работать операция получения статуса заказа? Для получения статуса будет выполнена следующая цепочка вызовов:

- пользователь вызовет метод `GET /v1/orders`;
- обработчик `orders` выполнит операции своего уровня ответственности (проверку авторизации, в частности), найдёт идентификатор `program_run_id` и обратится к API программ `runs/{program_run_id}`;
- обработчик `runs` в свою очередь выполнит операции своего уровня (в частности, проверит тип API кофемашины) и в зависимости от типа API пойдёт по одной из двух веток исполнения:
  - либо вызовет `GET /execution/status` физического API кофемашины, получит объём кофе и сличит с эталонным;
  - либо обратится к `GET /v1/runtimes/{runtime_id}`, получит `state.status` и преобразует его к статусу заказа;
- в случае API второго типа цепочка продолжится: обработчик `GET /runtimes` обратится к физическому API `GET /sensors` и произведёт ряд манипуляций: сопоставит объём стакана / молотого кофе / налитой воды с запрошенным и при необходимости изменит состояние и статус.

NB: слова «цепочка вызовов» не следует воспринимать буквально. Каждый уровень может быть технически организован по-разному:

- можно явно проксировать все вызовы по иерархии;
- можно кэшировать статус своего уровня и обновлять его по получении обратного вызова или события. В частности, низкоуровневый цикл исполнения рантайма для машин второго рода очевидно должен быть независимым и обновлять свой статус в фоне, не дожидаясь явного запроса статуса.

Обратите внимание, что здесь фактически происходит следующее: на каждом уровне абстракции есть какой-то свой статус (заказа, рантайма, сенсоров), который сформулирован в терминах соответствующей этому уровню абстракции предметной области. Запрет «перепрыгивания» уровней приводит к тому, что нам необходимо независимо дублировать статус на каждом уровне.

Рассмотрим теперь, каким образом через наши уровни абстракции «прорастёт» операция отмены заказа. В этом случае цепочка вызовов будет такой:

- пользователь вызовет метод `POST /v1/orders/{id}/cancel`;
- обработчик метода произведёт операции в своей зоне ответственности:
  - проверит авторизацию;
  - решит денежные вопросы — нужно ли делать рефанд;
  - найдёт идентификатор `program_run_id` и обратится к обработчику `runs/{program_run_id}/cancel`;
- обработчик `runs/cancel` произведёт операции своего уровня (в частности, установит тип API кофемашины) и в зависимости от типа API пойдёт по одной из двух веток исполнения:
  - либо вызовет `POST /execution/cancel` физического API кофемашины;
  - либо вызовет `POST /v1/runtimes/{id}/terminate`;
- во втором случае цепочка продолжится, обработчик `terminate` изменит внутреннее состояние:
  - изменит `resolution` на `"terminated"`
  - запустит команду `"discard_cup"`.

Имплементация модифицирующих операций (таких, как `cancel`) требует более продвинутого обращения с уровнями абстракции по сравнению с немодифицирующими вызовами типа `GET /status`. Два важных момента, на которые здесь стоит обратить внимание:

1. На каждом уровне абстракции понятие «отмена заказа» переформулируется:

    - на уровне `orders` это действие фактически распадается на несколько «отмен» других уровней: нужно отменить блокировку денег на карте и отменить исполнение заказа;
    - при этом на физическом уровне API второго типа «отмена» как таковая не существует: «отмена» — это исполнение команды `discard_cup`, которая на этом уровне абстракции ничем не отличается от любых других команд.
      Промежуточный уровень абстракции как раз необходим для того, чтобы переход между «отменами» разных уровней произошёл гладко, без необходимости перепрыгивания через уровни абстракции.

2. С точки зрения верхнеуровневого API отмена заказа является терминальным действием, т.е. никаких последующих операций уже быть не может; а с точки зрения низкоуровневого API обработка заказа продолжается, т.к. нужно дождаться, когда стакан будет утилизирован, и после этого освободить кофемашину (т.е. разрешить создание новых рантаймов на ней). Это вторая задача для уровня исполнения: связывать оба статуса, внешний (заказ отменён) и внутренний (исполнение продолжается).

Может показаться, что соблюдение правила изоляции уровней абстракции является избыточным и заставляет усложнять интерфейс. И это в действительности так: важно понимать, что никакая гибкость, логичность, читабельность и расширяемость не бывает бесплатной. Можно построить API так, чтобы он выполнял свою функцию с минимальными накладными расходами, по сути — дать интерфейс к микроконтроллерам кофемашины. Однако пользоваться им будет крайне неудобно, и расширяемость такого API будет нулевой.

Выделение уровней абстракции, прежде всего, *логическая* процедура: как мы объясняем себе и разработчику, из чего состоит наш API. **Абстрагируемая дистанция между сущностями существует объективно**, каким бы образом мы ни написали конкретные интерфейсы. Наша задача состоит только лишь в том, чтобы эта дистанция была разделена на уровни *явно*. Чем более неявно разведены (или, хуже того, перемешаны) уровни абстракции, тем сложнее будет разобраться в вашем API, и тем хуже будет написан использующий его код.

Потоки данных

Полезное упражнение, позволяющее рассмотреть иерархию уровней абстракции API — исключить из рассмотрения все частности и построить — в голове или на бумаге — дерево потоков данных: какие данные протекают через объекты вашего API и как видоизменяются на каждом этапе.

Это упражнение не только полезно для проектирования, но и, помимо прочего, является единственным способом развивать большие (в смысле номенклатуры объектов) API. Человеческая память не безгранична, и любой активно развивающийся проект достаточно быстро станет настолько большим, что удержать в голове всю иерархию сущностей со всеми полями и методами станет невозможно. Но вот держать в уме схему потоков данных обычно вполне возможно — или, во всяком случае, получается держать в уме на порядок больший фрагмент дерева сущностей API.

Какие потоки данных мы имеем в нашем кофейном API?

1. Данные с сенсоров — объёмы кофе / воды / стакана. Это низший из доступных нам уровней данных, здесь мы не можем ничего изменить или переформулировать.

2. Непрерывный поток данных сенсоров мы преобразуем в дискретные статусы исполнения команд, вводя в него понятия, не существующие в предметной области. API кофемашины не предоставляет нам понятий «кофе наливается» или «стакан ставится» — это наше программное обеспечение трактует поступающие потоки данных от сенсоров, вводя новые понятия: если наблюдаемый объём (кофе или воды) меньше целевого — значит, процесс не закончен; если объём достигнут — значит, необходимо сменить статус исполнения и выполнить следующее действие.
   Важно отметить, что мы не просто вычисляем какие-то новые параметры из имеющихся данных сенсоров: мы сначала создаём новый кортеж данных более высокого уровня — «программа исполнения» как последовательность шагов и условий — и инициализируем его начальные значения. Без этого контекста определить, что собственно происходит с кофемашиной невозможно.

3. Обладая логическими данными о состоянии исполнения программы, мы можем (вновь через создание нового, более высокоуровневого контекста данных!) свести данные от двух типов API к единому формату исполнения операции создания напитка и её логических параметров: целевой рецепт, объём, статус готовности.

Таким образом, каждый уровень абстракции нашего API соответствует какому-то обобщению и обогащению потока данных, преобразованию его из терминов нижележащего (и вообще говоря бесполезного для потребителя) контекста в термины вышестоящего контекста.

Дерево можно развернуть и в обратную сторону.

1. На уровне заказа мы задаём его логические параметры: рецепт, объём, место исполнения и набор допустимых статусов заказа.

2. На уровне исполнения мы обращаемся к данным уровня заказа и создаём более низкоуровневый контекст: программа исполнения в виде последовательности шагов, их параметров и условий перехода от одного шага к другому и начальное состояние.

3. На уровне рантайма мы обращаемся к целевым значениям (какую операцию выполнить и какой целевой объём) и преобразуем их в набор микрокоманд API кофемашины и набор статусов исполнения каждой команды.

Если обратиться к описанному в начале главы «плохому» решению (предполагающему самостоятельное определение факта готовности заказа разработчиком), то мы увидим, что и с точки зрения потоков данных происходит смешение понятий:

- с одной стороны, в контексте заказа оказываются данные (объём кофе), «просочившиеся» откуда-то с физического уровня; тем самым, уровни абстракции непоправимо смешиваются без возможности их разделить;
- с другой стороны, сам контекст заказа неполноценный: он не задаёт новых мета-переменных, которые отсутствуют на более низких уровнях абстракции (статус заказа), не инициализирует их и не предоставляет правил работы.

Более подробно о контекстах данных мы поговорим в разделе II. Здесь же ограничимся следующим выводом: потоки данных и их преобразования можно и нужно рассматривать как некоторый срез, который, с одной стороны, помогает нам правильно разделить уровни абстракции, а с другой — проверить, что наши теоретические построения действительно работают так, как нужно.

Глава 10. Разграничение областей ответственности

Исходя из описанного в предыдущей главе, мы понимаем, что иерархия абстракций в нашем гипотетическом проекте должна выглядеть примерно так:

- пользовательский уровень (те сущности, с которыми непосредственно взаимодействует пользователь, сформулированы в понятных для него терминах; например, заказы и виды кофе);
- уровень исполнения программ (те сущности, которые отвечают за преобразование заказа в машинные термины);
- уровень рантайма для API второго типа (сущности, отвечающие за state-машину выполнения заказа).

Теперь нам необходимо определить ответственность каждой сущности: в чём смысл её существования в рамках нашего API, какие действия можно выполнять с самой сущностью, а какие — делегировать другим объектам. Фактически, нам нужно применить «зачем-принцип» к каждой отдельной сущности нашего API.

Для этого нам нужно пройти по нашему API и сформулировать в терминах предметной области, что представляет из себя каждый объект. Напомню, что из концепции уровней абстракции следует, что каждый уровень иерархии — это некоторая собственная промежуточная предметная область, ступенька, по которой мы переходим от описания задачи в терминах одного связываемого контекста («заказанный пользователем лунго») к описанию в терминах второго («задание кофемашине на выполнение указанной программы»).

В нашем умозрительном примере получится примерно так:

1. Сущности уровня пользователя (те сущности, работая с которыми, разработчик непосредственно решает задачи пользователя).
    - Заказ `order` — описывает некоторую логическую единицу взаимодействия с пользователем. Заказ можно:
        - создавать;
        - проверять статус;
        - получать;
        - отменять.
    - Рецепт `recipe` — описывает «идеальную модель» вида кофе, его потребительские свойства. Рецепт в данном контексте для нас неизменяемая сущность, которую можно только просмотреть и выбрать.

    - Кофемашина `coffee-machine` — модель объекта реального мира. Из описания кофемашины мы, в частности, должны извлечь её положение в пространстве и предоставляемые опции (о чём подробнее поговорим ниже).
2. Сущности уровня управления исполнением (те сущности, работая с которыми, можно непосредственно исполнить заказ).
    - Программа `program` — описывает некоторый план исполнения для конкретной кофемашины. Программы можно только просмотреть.
    - Селектор программ `programs/matcher` — позволяет связать рецепт и программу исполнения, т.е. фактически выяснить набор данных, необходимых для приготовления конкретного рецепта на конкретной кофемашине. Селектор работает только на выбор нужной программы.
    - Запуск программы `programs/run` — конкретный факт исполнения программы на конкретной кофемашине. Запуски можно:
        - инициировать (создавать);
        - проверять состояние запуска;
        - отменять.
3. Сущности уровня программ исполнения (те сущности, работая с которыми, можно непосредственно управлять состоянием кофемашины через API второго типа).
    - Рантайм `runtime` — контекст исполнения программы, т.е. состояние всех переменных. Рантаймы можно:
        - создавать;
        - проверять статус;
        - терминировать.

Если внимательно посмотреть на каждый объект, то мы увидим, что, в итоге, каждый объект оказался в смысле своей ответственности составным. Например, `program` будет оперировать данными высшего уровня (рецепт и кофемашина), дополняя их терминами своего уровня (идентификатор запуска). Это совершенно нормально: API должен связывать контексты.

Сценарии использования

На этом уровне, когда наш API уже в целом понятно устроен и спроектирован, мы должны поставить себя на место разработчика и попробовать написать код. Наша задача: взглянуть на номенклатуру сущностей и понять, как ими будут пользоваться.

Представим, что нам поставили задачу, пользуясь нашим кофейным API, разработать приложение для заказа кофе. Какой код мы напишем?

Очевидно, первый шаг — нужно предоставить пользователю возможность выбора, чего он, собственно хочет. И первый же шаг обнажает неудобство использования нашего API: никаких методов, позволяющих пользователю что-то выбрать в нашем API нет. Разработчику придётся сделать что-то типа такого:

- получить все доступные рецепты из `GET /v1/recipes`;
- получить список всех кофемашин из `GET /v1/coffee-machines`;
- самостоятельно выбрать нужные данные.

В псевдокоде это будет выглядеть примерно вот так:

```
// Получить все доступные рецепты
let recipes = api.getRecipes();
// Получить все доступные кофемашины
let coffeeMachines = api.getCoffeeMachines();
// Построить пространственный индекс
let coffeeMachineRecipesIndex = buildGeoIndex(recipes, coffeeMa
// Выбрать кофемашины, соответствующие запросу пользователя
let matchingCoffeeMachines = coffeeMachineRecipesIndex.query(
  parameters,
  { "sort_by": "distance" }
);
// Наконец, показать предложения пользователю
app.display(coffeeMachines);
```

Как видите, разработчику придётся написать немало лишнего кода (это не упоминая о сложности имплементации геопространственных индексов!). Притом, учитывая наши наполеоновские планы по покрытию нашим API всех кофемашин мира, такой алгоритм выглядит заведомо бессмысленной тратой ресурсов на получение списков и поиск по ним.

Напрашивается добавление нового эндпойнта поиска. Для того, чтобы разработать этот интерфейс, нам придётся самим встать на место UX-дизайнера и подумать, каким образом приложение будет пытаться заинтересовать пользователя. Два сценария довольно очевидны:

- показать ближайшие кофейни и виды предлагаемого кофе в них («service discovery»-сценарий) — для пользователей-новичков, или просто людей без определённых предпочтений;
- показать ближайшие кофейни, где можно заказать конкретный вид кофе — для пользователей, которым нужен конкретный напиток.

Тогда наш новый интерфейс будет выглядеть примерно вот так:

```
POST /v1/offers/search
{
  // опционально
  "recipes": ["lungo", "americano"],
  "position": <географические координаты>,
  "sort_by": [
    { "field": "distance" }
  ],
  "limit": 10
}
→
{
  "results": [
    { "coffee_machine", "place", "distance", "offer" }
  ],
  "cursor"
}
```

Здесь:

- `offer` — некоторое «предложение»: на каких условиях можно заказать запрошенные виды кофе, если они были указаны, либо какое-то маркетинговое предложение — цены на самые популярные / интересные напитки, если пользователь не указал конкретные рецепты для поиска;
- `place` — место (кафе, автомат, ресторан), где находится машина; мы не вводили эту сущность ранее, но, очевидно, пользователю потребуются какие-то более понятные ориентиры, нежели географические координаты, чтобы найти нужную кофемашину.

NB. Мы могли бы не добавлять новый эндпойнт, а обогатить существующий `/coffee-machines`. Однако такое решение выглядит менее семантично: не стоит в рамках одного интерфейса смешивать способ перечисления объектов по порядку и по релевантности запросу, поскольку эти два вида ранжирования обладают существенно разными свойствами и сценариями использования. К тому же, обогащение поиска «предложениями» скорее выводит эту функциональность из неймспейса «кофемашины»: для пользователя всё-таки первичен факт получения предложения приготовить напиток на конкретных условиях, и кофемашина — лишь одно из них. `/v1/offers/search` — более логичное имя для такого эндпойнта.

Вернёмся к коду, который напишет разработчик. Теперь он будет выглядеть примерно так:

```
// Ищем предложения,
// соответствующие запросу пользователя
let offers = api.offerSearch(parameters);
// Показываем пользователю
app.display(offers);
```

Хелперы

Методы, подобные только что изобретённому нами `offers/search`, принято называть *хелперами*. Цель их существования — обобщить понятные сценарии использования API и облегчить их. Под «облегчить» мы имеем в виду не только сократить многословность («бойлерплейт»), но и помочь разработчику избежать частых проблем и ошибок.

Рассмотрим, например, вопрос стоимости заказа. Наша функция поиска возвращает какие-то «предложения» с ценой. Но ведь цена может меняться: в «счастливый час» кофе может стоить меньше. Разработчик может ошибиться в имплементации этой функциональности трижды:

- кэшировать на клиентском устройстве результаты поиска слишком долго (в результате цена всегда будет неактуальна),
- либо, наоборот, слишком часто вызывать операцию поиска только лишь для того, чтобы актуализировать цены, создавая лишнюю нагрузку на сеть и наш сервер;

- создать заказ, не проверив актуальность цены (т.е. фактически обмануть пользователя, списав не ту стоимость, которая была показана).

Для решения третьей проблемы мы могли бы потребовать передать в функцию создания заказа его стоимость, и возвращать ошибку в случае несовпадения суммы с актуальной на текущий момент. (Более того, конечно же в любом API, работающем с деньгами, это нужно делать *обязательно*.) Но это не поможет с первым вопросом: гораздо более удобно с точки зрения UX не отображать ошибку в момент нажатия кнопки «разместить заказ», а всегда показывать пользователю актуальную цену.

Для решения этой проблемы мы можем поступить следующим образом: снабдить каждое предложение идентификатором, который необходимо указывать при создании заказа.

```
{
  "results": [
    {
      "coffee_machine", "place", "distance",
      "offer": {
        "id",
        "price",
        "currency_code",
        // Указываем дату и время, до наступления которых
        // предложение является актуальным
        "valid_until"
      }
    }
  ],
  "cursor"
}
```

Поступая так, мы не только помогаем разработчику понять, когда ему надо обновить цены, но и решаем UX-задачу: как показать пользователю, что «счастливый час» скоро закончится. Идентификатор предложения может при этом быть stateful (фактически, аналогом сессии пользователя) или stateless (если мы точно знаем, до какого времени действительна цена, мы может просто закодировать это время в идентификаторе).

Альтернативно, кстати, можно было бы разделить функциональность поиска по заданным параметрам и получения предложений, т.е. добавить эндпойнт, только актуализирующий цены в конкретных кофейнях.

Обработка ошибок

Сделаем ещё один небольшой шаг в сторону улучшения жизни разработчика. А каким образом будет выглядеть ошибка «неверная цена»?

```
POST /v1/orders
{ … "offer_id" …}
→ 409 Conflict
{
  "message": "Неверная цена"
}
```

С формальной точки зрения такой ошибки достаточно: пользователю будет показано сообщение «неверная цена», и он должен будет повторить заказ. Конечно, это будет очень плохое решение с точки зрения UX (пользователь ведь не совершал никаких ошибок, да и толку ему от этого сообщения никакого).

Главное правило интерфейсов ошибок в API таково: из содержимого ошибки клиент должен в первую очередь понять, *что ему делать с этой ошибкой*. Всё остальное вторично; если бы ошибка была программно читаема, мы могли бы вовсе не снабжать её никаким сообщением для пользователя.

Содержимое ошибки должно отвечать на следующие вопросы:

1. На чьей стороне ошибка — сервера или клиента?
   В HTTP API для индикации источника проблемы традиционно используются коды ответа: `4xx` проблема клиента, `5xx` проблема сервера (за исключением «статуса неопределённости» `404`).
2. Если проблема на стороне сервера — то имеет ли смысл повторить запрос, и, если да, то когда?
3. Если проблема на стороне клиента — является ли она устранимой или нет?
   Проблема с неправильной ценой является устранимой: клиент может получить новое предложение цены и создать заказ с ним. Однако если ошибка возникает из-за неправильно написанного клиентского кода — устранить её не представляется возможным, и не нужно заставлять

пользователя повторно нажимать «создать заказ»: этот запрос не завершится успехом никогда.

Здесь и далее неустранимые проблемы мы индицируем кодом `400 Bad Request`, а устранимые — кодом `409 Conflict`.

4. Если проблема устранимая, то какого рода? Очевидно, клиент не сможет устранить проблему, о которой не знает, для каждой такой ошибки должен быть написан код (в нашем случае — перезапроса цены), т.е. должен существовать какой-то описанный набор таких ошибок.
5. Если один и тот же род ошибок возникает вследствие некорректной передачи какого-то одного или нескольких разных параметров — то какие конкретно параметры были переданы неверно?
6. Наконец, если какие-то параметры операции имеют недопустимые значения, то какие значения допустимы?

В нашем случае несовпадения цены ответ должен выглядеть так:

```
409 Conflict
{
  // Род ошибки
  "reason": "offer_invalid",
  "localized_message":
    "Что-то пошло не так. Попробуйте перезагрузить приложение."
  "details": {
    // Что конкретно неправильно?
    // Какие из проверок валидности предложения
    // отработали с ошибкой?
    "checks_failed": [
      "offer_lifetime"
    ]
  }
}
```

Получив такую ошибку, клиент должен проверить её род (что-то с предложением), проверить конкретную причину ошибки (срок жизни оффера истёк) и отправить повторный запрос цены. При этом если бы `checks_failed` показал другую причину ошибки — например, указанный `offer_id` не принадлежит данному пользователю — действия клиента были бы иными (отправить пользователя повторно авторизоваться, а затем перезапросить цену). Если же обработка такого рода ошибок в коде не предусмотрена — следует

показать пользователю сообщение `localized_message` и вернуться к обработке ошибок по умолчанию.

Важно также отметить, что неустранимые ошибки в моменте для клиента бесполезны (не зная причины ошибки клиент не может ничего разумного предложить пользователю), но это не значит, что у них не должно быть расширенной информации: их всё равно будет просматривать разработчик, когда будет исправлять эту проблему в коде. Подробнее об этом в пп. 12-13 следующей главы.

Декомпозиция интерфейсов. Правило «7±2»

Исходя из нашего собственного опыта использования разных API, мы можем, не колеблясь, сказать, что самая большая ошибка проектирования сущностей в API (и, соответственно, головная боль разработчиков) — чрезмерная перегруженность интерфейсов полями, методами, событиями, параметрами и прочими атрибутами сущностей.

При этом существует «золотое правило», применимое не только к API, но ко множеству других областей проектирования: человек комфортно удерживает в краткосрочной памяти 7±2 различных объекта. Манипулировать большим числом сущностей человеку уже сложно. Это правило также известно как «закон Миллера».

Бороться с этим законом можно только одним способом: декомпозицией. На каждом уровне работы с вашим API нужно стремиться логически группировать сущности под одним именем там, где это возможно и таким образом, чтобы разработчику никогда не приходилось оперировать более чем 10 сущностями одновременно.

Рассмотрим простой пример: что должна возвращать функция поиска подходящей кофемашины. Для обеспечения хорошего UX приложения необходимо передать довольно значительные объёмы информации.

```
{
  "results": [
    {
      "coffee_machine_id",
      // Тип кофемашины
      "coffee_machine_type": "drip_coffee_maker",
      // Марка кофемашины
      "coffee_machine_brand",
      // Название заведения
      "place_name": "Кафе «Ромашка»",
      // Координаты
      "place_location_latitude",
      "place_location_longitude",
      // Флаг «открыто сейчас»
      "place_open_now",
      // Часы работы
      "working_hours",
      // Сколько идти: время и расстояние
      "walking_distance",
      "walking_time",
      // Как найти заведение и кофемашину
      "place_location_tip",
      "offers": [
        {
          "recipe": "lungo",
          "recipe_name": "Наш фирменный лунго®™",
          "recipe_description",
          "volume": "800ml",
          "offer_id",
          "offer_valid_until",
          "localized_price": "Большая чашка всего за 19 баксов"
          "price": "19.00",
          "currency_code": "USD",
          "estimated_waiting_time": "20s"
        },
        …
      ]
    },
    …
  ]
}
```

Подход, увы, совершенно стандартный, его можно встретить практически в любом API. Как мы видим, количество полей сущностей вышло далеко за рекомендованные 7, и даже 9. При этом набор полей идёт плоским списком вперемешку, часто с одинаковыми префиксами.

В такой ситуации мы должны выделить в структуре информационные домены: какие поля логически относятся к одной предметной области. В данном случае мы можем выделить как минимум следующие виды данных:

- данные о заведении, в котором находится кофемашины;
- данные о самой кофемашине;
- данные о пути до точки;
- данные о рецепте;
- особенности рецепта в конкретном заведении;
- данные о предложении;
- данные о цене.

Попробуем сгруппировать:

```
{
  "results": [{
    // Данные о заведении
    "place": { "name", "location" },
    // Данные о кофемашине
    "coffee-machine": { "id", "brand", "type" },
    // Как добраться
    "route": { "distance", "duration", "location_tip" },
    // Предложения напитков
    "offers": {
      // Рецепт
      "recipe": { "id", "name", "description" },
      // Данные относительно того,
      // как рецепт готовят на конкретной кофемашине
      "options": { "volume" },
      // Метаданные предложения
      "offer": { "id", "valid_until" },
      // Цена
      "pricing": { "currency_code", "price", "localized_price"
      "estimated_waiting_time"
    }
  }, …]
}
```

Такой API читать и воспринимать гораздо удобнее, нежели сплошную простыню различных атрибутов. Более того, возможно, стоит на будущее сразу дополнительно сгруппировать, например, `place` и `route` в одну структуру `location`, или `offer` и `pricing` в одну более общую структуру.

Важно, что читабельность достигается не просто снижением количества сущностей на одном уровне. Декомпозиция должна производиться таким образом, чтобы разработчик при чтении интерфейса сразу понимал: так, вот здесь находится описание заведения, оно мне пока неинтересно и углубляться в эту ветку я пока не буду. Если перемешать данные, которые нужны в моменте одновременно для выполнения действия по разным композитам — это только ухудшит читабельность, а не улучшит.

Дополнительно правильная декомпозиция поможет нам в решении задачи расширения и развития API, о чём мы поговорим в разделе II.

Глава 11. Описание конечных интерфейсов

Определив все сущности, их ответственность и отношения друг с другом, мы переходим непосредственно к разработке API: нам осталось прописать номенклатуру всех объектов, полей, методов и функций в деталях. В этой главе мы дадим сугубо практические советы, как сделать API удобным и понятным.

Важное уточнение под номером ноль:

0. Правила — это всего лишь обобщения

Правила не действуют безусловно и не означают, что можно не думать головой. У каждого правила есть какая-то рациональная причина его существования. Если в вашей ситуации нет причин следовать правилу — значит, следовать ему не нужно.

Например, требование консистентности номенклатуры существует затем, чтобы разработчик тратил меньше времени на чтение документации; если вам *необходимо*, чтобы разработчик обязательно прочитал документацию по какому-то методу, вполне разумно сделать его сигнатуру нарочито неконсистентно.

Это соображение применимо ко всем принципам ниже. Если из-за следования правилам у вас получается неудобный, громоздкий, неочевидный API — это повод пересмотреть правила (или API).

Важно понимать, что вы вольны вводить свои собственные конвенции. Например, в некоторых фреймворках сознательно отказываются от парных методов `set_entity` / `get_entity` в пользу одного метода `entity` с опциональным параметром. Важно только проявить последовательность в её применении — если такая конвенция вводится, то абсолютно все методы API должны иметь подобную полиморфную сигнатуру, или по крайней мере должен существовать принцип именования, отличающий такие комбинированные методы от обычных вызовов.

1. Явное лучше неявного

Из названия любой сущности должно быть очевидно, что она делает и к каким сайд-эффектам может привести её использование.

Плохо:

```
// Отменяет заказ
GET /orders/cancellation
```

Неочевидно, что достаточно просто обращения к сущности `cancellation` (что это?), тем более немодифицирующим методом `GET`, чтобы отменить заказ.

Хорошо:

```
// Отменяет заказ
POST /orders/cancel
```

Плохо:

```
// Возвращает агрегированную статистику заказов за всё время
GET /orders/statistics
```

Даже если операция немодифицирующая, но вычислительно дорогая — следует об этом явно индицировать, особенно если вычислительные ресурсы тарифицируются для пользователя; тем более не стоит подбирать значения по умолчанию так, чтобы вызов операции без параметров максимально расходовал ресурсы.

Хорошо:

```
// Возвращает агрегированную статистику заказов за указанный пе
POST /v1/orders/statistics/aggregate
{ "begin_date", "end_date" }
```

Стремитесь к тому, чтобы из сигнатуры функции было абсолютно ясно, что она делает, что принимает на вход и что возвращает. Вообще, при прочтении кода, работающего с вашим API, должно быть сразу понятно, что, собственно, он делает — без подглядывания в документацию.

Два важных следствия:

1.1. Если операция модифицирующая, это должно быть очевидно из сигнатуры. В частности, не может быть модифицирующих операций за `GET`.

1.2. Если в номенклатуре вашего API есть как синхронные операции, так и асинхронные, то (а)синхронность должна быть очевидна из сигнатур, **либо** должна существовать конвенция именования, позволяющая отличать синхронные операции от асинхронных.

2. Указывайте использованные стандарты

К сожалению, человечество не в состоянии договориться о таких простейших вещах, как «с какого дня начинается неделя», что уж говорить о каких-то более сложных стандартах.

Поэтому *всегда* указывайте, по какому конкретно стандарту вы отдаёте те или иные величины. Исключения возможны только там, где вы на 100% уверены, что в мире существует только один стандарт для этой сущности, и всё население земного шара о нём в курсе.

Плохо: `"date": "11/12/2020"` — существует огромное количество стандартов записи дат, плюс из этой записи невозможно даже понять, что здесь число, а что месяц.

Хорошо: `"iso_date": "2020-11-12"`.

Плохо: `"duration": 5000` — пять тысяч чего?

Хорошо:
`"duration_ms": 5000`
либо
`"duration": "5000ms"`
либо
`"duration": {"unit": "ms", "value": 5000}`.

Отдельное следствие из этого правила — денежные величины *всегда* должны сопровождаться указанием кода валюты.

Также следует отметить, что в некоторых областях ситуация со стандартами настолько плоха, что, как ни сделай, — кто-то останется недовольным. Классический пример такого рода — порядок географических координат ("широта-долгота" против "долгота-широта"). Здесь, увы, есть только один работающий метод борьбы с фрустрацией — «блокнот душевного спокойствия», который будет описан в разделе II.

3. Сохраняйте точность дробных чисел

Там, где это позволено протоколом, дробные числа с фиксированной запятой — такие, как денежные суммы, например — должны передаваться в виде специально предназначенных для этого объектов, например, Decimal или аналогичных.

Если в протоколе нет Decimal-типов (в частности, в JSON нет чисел с фиксированной запятой), следует либо привести к целому (путём домножения на указанный множитель), либо использовать строковый тип.

4. Сущности должны именоваться конкретно

Избегайте одиночных слов-«амёб» без определённой семантики, таких как get, apply, make.

Плохо: `user.get()` — неочевидно, что конкретно будет возвращено.

Хорошо: `user.get_id()`.

5. Не экономьте буквы

В XXI веке давно уже нет нужды называть переменные покороче.

Плохо: `order.time()` — неясно, о каком времени идёт речь: время создания заказа, время готовности заказа, время ожидания заказа?...

Хорошо: `order.get_estimated_delivery_time()`

Плохо:

```
// возвращает положение первого вхождения в строку str2
// любого символа из строки str2
strpbrk (str1, str2)
```

Возможно, автору этого API казалось, что аббревиатура `pbrk` что-то значит для читателя, но он явно ошибся. К тому же, невозможно сходу понять, какая из строк `str1`, `str2` является набором символов для поиска.

Хорошо: `str_search_for_characters (lookup_character_set, str)` — однако необходимость существования такого метода вообще вызывает сомнения, достаточно было бы иметь удобную функцию поиска подстроки с нужными параметрами. Аналогично сокращение `string` до `str` выглядит совершенно бессмысленным, но, увы, является устоявшимся для большого количества предметных областей.

6. Тип поля должен быть ясен из его названия

Если поле называется `recipe` — мы ожидаем, что его значением является сущность типа `Recipe`. Если поле называется `recipe_id` — мы ожидаем, что его значением является идентификатор, который мы сможем найти в составе сущности `Recipe`.

То же касается и примитивных типов. Сущности-массивы должны именоваться во множественном числе или собирательными выражениями — `objects`, `children`; если это невозможно (термин неисчисляем), следует добавить префикс или постфикс, не оставляющий сомнений.

Плохо: `GET /news` — неясно, будет ли получена какая-то конкретная новость или массив новостей.

Хорошо: `GET /news-list`.

Аналогично, если ожидается булево значение, то это должно быть очевидно из названия, т.е. именование должно описывать некоторое качественное состояние, например, `is_ready`, `open_now`.

Плохо: `"task.status": true` — неочевидно, что статус бинарен, к тому же такой API будет нерасширяемым.

Хорошо: `"task.is_finished": true`.

Отдельно следует оговорить, что на разных платформах эти правила следует дополнить по-своему с учётом специфики first-class citizen-типов. Например, объекты типа `Date`, если таковые имеются, разумно индицировать с помощью, например, постфикса `_at` (`created_at`, `occurred_at` и т.д.) или `_date`.

Если наименование сущности само по себе является каким-либо термином, способным смутить разработчика, лучше добавить лишний префикс или постфикс во избежание непонимания.

Плохо:

```
// Возвращает список встроенных функций кофемашины
GET /coffee-machines/{id}/functions
```

Слово "functions" многозначное: оно может означать и встроенные функции, и написанный код, и состояние (функционирует-не функционирует).

Хорошо: `GET /v1/coffee-machines/{id}/builtin-functions-list`

7. Подобные сущности должны называться подобно и вести себя подобным образом

Плохо: `begin_transition` / `stop_transition`
— `begin` и `stop` — непарные термины; разработчик будет вынужден рыться в документации.

Хорошо: `begin_transition` / `end_transition` либо `start_transition` / `stop_transition`.

Плохо:

```
// Находит первую позицию строки `needle`
// внутри строки `haystack`
strpos(haystack, needle)
```

```
// Находит и заменяет все вхождения строки `needle`
// внутри строки `haystack` на строку `replace`
str_replace(needle, replace, haystack)
```

Здесь нарушены сразу несколько правил:

- написание неконсистентно в части знака подчёркивания;
- близкие по смыслу методы имеют разный порядок аргументов `needle`/`haystack`;
- первый из методов находит только первое вхождение строки `needle`, а другой — все вхождения, и об этом поведении никак нельзя узнать из сигнатуры функций.

Упражнение «как сделать эти интерфейсы хорошо» предоставим читателю.

8. Используйте глобально уникальные идентификаторы

Хорошим тоном при разработке API будет использование для идентификаторов сущностей глобально уникальных строк, либо семантичных (например, "lungo" для видов напитков), либо случайных (например UUID-4). Это может чрезвычайно пригодиться, если вдруг придётся объединять данные из нескольких источников под одним идентификатором.

Мы вообще склонны порекомендовать использование идентификаторов в urn-подобном формате, т.е. `urn:order:<uuid>` (или просто `order:<uuid>`), это сильно помогает с отладкой legacy-систем, где по историческим причинам есть несколько разных идентификаторов для одной и той же сущности, в таком случае неймспейсы в urn помогут быстро понять, что это за идентификатор и нет ли здесь ошибки использования.

Отдельное важное следствие: **не используйте инкрементальные номера как идентификаторы**. Помимо вышесказанного, это плохо ещё и тем, что ваши конкуренты легко смогут подсчитать, сколько у вас в системе каких сущностей и тем самым вычислить, например, точное количество заказов за каждый день наблюдений.

NB: в этой книге часто используются короткие идентификаторы типа "123" в примерах — это для удобства чтения на маленьких экранах, повторять эту практику в реальном API не надо.

9. Состояние системы должно быть понятно клиенту

Правило можно ещё сформулировать так: не заставляйте разработчика клиента гадать.

Плохо:

```
// Создаёт заказ и возвращает его id
POST /v1/orders
{ … }
→
{ "order_id" }
```

```
// Возвращает заказ по его id
GET /v1/orders/{id}
// Заказ ещё не подтверждён
// и ожидает проверки
→ 404 Not Found
```

— хотя операция будто бы выполнена успешно, клиенту необходимо самостоятельно запомнить идентификатор заказа и периодически проверять состояние `GET /v1/orders/{id}`. Этот паттерн плох сам по себе, но ещё и усугубляется двумя обстоятельствами:

- клиент может потерять идентификатор, если произошёл системный сбой в момент между отправкой запроса и получением ответа или было повреждено (очищено) системное хранилище данных приложения;
- потребитель не может воспользоваться другим устройством; фактически, знание о сделанном заказе привязано к конкретному юзер-агенту.

В обоих случаях потребитель может решить, что заказ по какой-то причине не создался — и сделать повторный заказ со всеми вытекающими отсюда проблемами.

Хорошо:

```
// Создаёт заказ и возвращает его
POST /v1/orders
{ <параметры заказа> }
→
{
  "order_id",
  // Заказ создаётся в явном статусе
  // «идёт проверка»
  "status": "checking",
  …
}
```

```
// Возвращает заказ по его id
GET /v1/orders/{id}
→
{ "order_id", "status" … }
```

```
// Возвращает все заказы пользователя
// во всех статусах
GET /v1/users/{id}/orders
```

10. Избегайте двойных отрицаний

Плохо: `"dont_call_me": false`
— люди в целом плохо считывают двойные отрицания. Это провоцирует ошибки.

Лучше: `"prohibit_calling": true` или `"avoid_calling": true`
— читается лучше, хотя обольщаться всё равно не следует. Насколько это возможно откажитесь от семантически двойных отрицаний, даже если вы придумали «негативное» слово без явной приставки «не».

Стоит также отметить, что в использовании законов де Моргана ошибиться ещё проще, чем в двойных отрицаниях. Предположим, что у вас есть два флага:

```
GET /coffee-machines/{id}/stocks
→
{
  "has_beans": true,
  "has_cup": true
}
```

Условие «кофе можно приготовить» будет выглядеть как `has_beans && has_cup` — есть и зерно, и стакан. Однако, если по какой-то причине в ответе будут отрицания тех же флагов:

```
{
  "beans_absence": false,
  "cup_absence": false
}
```

— то разработчику потребуется вычислить флаг `!beans_absence && !cup_absence` ⇔ `!(beans_absence || cup_absence)`, а вот в этом переходе ошибиться очень легко, и избегание двойных отрицаний помогает слабо. Здесь, к сожалению, есть только общий совет «избегайте ситуаций, когда разработчику нужно вычислять такие флаги».

11. Избегайте неявного приведения типов

Этот совет парадоксально противоположен предыдущему. Часто при разработке API возникает ситуация, когда добавляется новое необязательное поле с непустым значением по умолчанию. Например:

```
POST /v1/orders
{}
→
{
  "contactless_delivery": true
}
```

Новая опция `contactless_delivery` является необязательной, однако её значение по умолчанию — `true`. Возникает вопрос, каким образом разработчик должен отличить явное *нежелание* пользоваться опцией (`false`) от незнания о её существовании (поле не задано). Приходится писать что-то типа такого:

```
if (Type(order.contactless_delivery) == 'Boolean' &&
    order.contactless_delivery == false) { … }
```

Эта практика ведёт к усложнению кода, который пишут разработчики, и в этом коде легко допустить ошибку, которая по сути меняет значение поля на противоположное. То же самое произойдёт, если для индикации отсутствия значения поля использовать специальное значение типа `null` или `-1`.

В этих ситуациях универсальное правило — все новые необязательные булевы флаги должны иметь значение по умолчанию false.

Хорошо

```
POST /v1/orders
{}
→
{
  "force_contact_delivery": false
}
```

Если же требуется ввести небулево поле, отсутствие которого трактуется специальным образом, то следует ввести пару полей.

Плохо:

```
// Создаёт пользователя
POST /users
{ … }
→
// Пользователи создаются по умолчанию
// с указанием лимита трат в месяц
{
  …
  "spending_monthly_limit_usd": "100"
}
// Для отмены лимита требуется
// указать значение null
POST /users
{
  …
  "spending_monthly_limit_usd": null
}
```

Хорошо

```
POST /users
{
  // true — у пользователя снят
  //   лимит трат в месяц
  // false — лимит не снят
  //   (значение по умолчанию)
  "abolish_spending_limit": false,
  // Необязательное поле, имеет смысл
  // только если предыдущий флаг
  // имеет значение false
  "spending_monthly_limit_usd": "100",
  …
}
```

NB: противоречие с предыдущим советом состоит в том, что мы специально ввели отрицающий флаг («нет лимита»), который по правилу двойных отрицаний пришлось переименовать в `abolish_spending_limit`. Хотя это и хорошее название для отрицательного флага, семантика его довольно неочевидна, разработчикам придётся как минимум покопаться в документации. Таков путь.

12. Избегайте неявных частичных обновлений

Плохо:

```
// Возвращает состояние заказа
// по его идентификатору
GET /v1/orders/123
→
{
  "order_id",
  "delivery_address",
  "client_phone_number",
  "client_phone_number_ext",
  "updated_at"
}
// Частично перезаписывает заказ
PATCH /v1/orders/123
{ "delivery_address" }
→
{ "delivery_address" }
```

— такой подход часто практикуют для того, чтобы уменьшить объёмы запросов и ответов, плюс это позволяет дёшево реализовать совместное редактирование. Оба этих преимущества на самом деле являются мнимыми.

Во-первых, экономия объёма ответа в современных условиях требуется редко. Максимальные размеры сетевых пакетов (MTU, Maximum Transmission Unit) в настоящее время составляют более килобайта; пытаться экономить на размере ответа, пока он не превышает килобайт — попросту бессмысленная трата времени.

Перерасход трафика возникает, если:

- не предусмотрен постраничный перебор данных;
- не предусмотрены ограничения на размер значений полей;
- передаются бинарные данные (графика, аудио, видео и т.д.).

Во всех трёх случаях передача части полей в лучшем случае замаскирует проблему, но не решит. Более оправдан следующий подход:

- для «тяжёлых» данных сделать отдельные эндпойнты;
- ввести пагинацию и лимитирование значений полей;
- на всём остальном не пытаться экономить.

Во-вторых, экономия размера ответа выйдет боком как раз при совместном редактировании: один клиент не будет видеть, какие изменения внёс другой. Вообще в 9 случаях из 10 (а фактически — всегда, когда размер ответа не оказывает значительного влияния на производительность) во всех отношениях лучше из любой модифицирующей операции возвращать полное состояние сущности в том же формате, что и из операции доступа на чтение.

В-третьих, этот подход может как-то работать при необходимости перезаписать поле. Но что делать, если поле требуется сбросить к значению по умолчанию? Например, как *удалить* `client_phone_number_ext`?

Часто в таких случаях прибегают к специальным значениям, которые означают удаление поля, например, `null`. Но, как мы разобрали выше, это плохая практика. Другой вариант — запрет необязательных полей, но это существенно усложняет дальнейшее развитие API.

Хорошо: можно применить одну из двух стратегий.

Вариант 1: разделение эндпойнтов. Редактируемые поля группируются и выносятся в отдельный эндпойнт. Этот подход также хорошо согласуется с принципом декомпозиции, который мы рассматривали в предыдущем разделе.

```
// Возвращает состояние заказа
// по его идентификатору
GET /v1/orders/123
→
{
  "order_id",
  "delivery_details": {
    "address"
  },
  "client_details": {
    "phone_number",
    "phone_number_ext"
  },
  "updated_at"
}
// Полностью перезаписывает
// информацию о доставке заказа
PUT /v1/orders/123/delivery-details
{ "address" }
// Полностью перезаписывает
// информацию о клиенте
PUT /v1/orders/123/client-details
{ "phone_number" }
```

Теперь для удаления `client_phone_number_ext` достаточно *не* передавать его в `PUT client-details`. Этот подход также позволяет отделить неизменяемые и вычисляемые поля (`order_id` и `updated_at`) от изменяемых, не создавая двусмысленных ситуаций (что произойдёт, если клиент попытается изменить `updated_at`?). В этом подходе также можно в ответах операций PUT возвращать объект заказа целиком (однако следует использовать какую-то конвенцию именования).

Вариант 2: разработать формат описания атомарных изменений.

```
POST /v1/order/changes
X-Idempotency-Token: <см. следующий раздел>
{
  "changes": [{
    "type": "set",
    "field": "delivery_address",
    "value": <новое значение>
  }, {
    "type": "unset",
    "field": "client_phone_number_ext"
  }]
}
```

Этот подход существенно сложнее в имплементации, но является единственным возможным вариантом реализации совместного редактирования, поскольку он явно отражает, что в действительности делал пользовать с представлением объекта. Имея данные в таком формате возможно организовать и оффлайн-редактирование, когда пользовательские изменения накапливаются и сервер впоследствии автоматически разрешает конфликты, «перебазируя» изменения.

13. Все операции должны быть идемпотентны

Напомним, идемпотентность — это следующее свойство: повторный вызов той же операции с теми же параметрами не изменяет результат. Поскольку мы обсуждаем в первую очередь клиент-серверное взаимодействие, узким местом в котором является ненадежность сетевой составляющей, повтор запроса при обрыве соединения — не исключительная ситуация, а норма жизни.

Там, где идемпотентность не может быть обеспечена естественным образом, необходимо добавить явный параметр — ключ идемпотентности или ревизию.

Плохо:

```
// Создаёт заказ
POST /orders
```

Повтор запроса создаст два заказа!

Хорошо:

```
// Создаёт заказ
POST /v1/orders
X-Idempotency-Token: <случайная строка>
```

Клиент на своей стороне запоминает `X-Idempotency-Token`, и, в случае автоматического повторного перезапроса, обязан его сохранить. Сервер на своей стороне проверяет токен и, если заказ с таким токеном уже существует для этого клиента, не даёт создать заказ повторно.

Альтернатива:

```
// Создаёт черновик заказа
POST /v1/orders/drafts
→
{ "draft_id" }
```

```
// Подтверждает черновик заказа
PUT /v1/orders/drafts/{draft_id}
{ "confirmed": true }
```

Создание черновика заказа — необязывающая операция, которая не приводит ни к каким последствиям, поэтому допустимо создавать черновики без токена идемпотентности. Операция подтверждения заказа — уже естественным образом идемпотентна, для неё `draft_id` играет роль ключа идемпотентности.

Также стоит упомянуть, что добавление токенов идемпотентности к эндпойнтам, которые и так изначально идемпотентны, имеет определённый смысл, так как токен помогает различить две ситуации:

- клиент не получил ответ из-за сетевых проблем и пытается повторить запрос;
- клиент ошибся, пытаясь применить конфликтующие изменения.

Рассмотрим следующий пример: представим, что у нас есть ресурс с общим доступом, контролируемым посредством номера ревизии, и клиент пытается его обновить.

```
POST /resource/updates
{
  "resource_revision": 123
  "updates"
}
```

Сервер извлекает актуальный номер ревизии и обнаруживает, что он равен 124. Как ответить правильно? Можно просто вернуть `409 Conflict`, но тогда клиент будет вынужден попытаться выяснить причину конфликта и как-то решить его, потенциально запутав пользователя. К тому же, фрагментировать алгоритмы разрешения конфликтов, разрешая каждому клиенту реализовать какой-то свой — плохая идея.

Сервер мог бы попытаться сравнить значения поля `updates`, предполагая, что одинаковые значения означают перезапрос, но это предположение будет опасно неверным (например, если ресурс представляет собой счётчик, то последовательные запросы с идентичным телом нормальны).

Добавление токена идемпотентности (явного в виде случайной строки или неявного в виде черновиков) решает эту проблему

```
POST /resource/updates
X-Idempotency-Token: <токен>
{
  "resource_revision": 123
  "updates"
}
→ 201 Created
```

— сервер обнаружил, что ревизия 123 была создана с тем же токеном идемпотентности, а значит клиент просто повторяет запрос.

Или:

```
POST /resource/updates
X-Idempotency-Token: <токен>
{
  "resource_revision": 123
  "updates"
}
→ 409 Conflict
```

— сервер обнаружил, что ревизия 123 была создана с другим токеном, значит имеет место быть конфликт общего доступа к ресурсу.

Более того, добавление токена идемпотентности не только решает эту проблему, но и позволяет в будущем сделать продвинутые оптимизации. Если сервер обнаруживает конфликт общего доступа, он может попытаться решить его, «перебазировав» обновление, как это делают современные системы контроля версий, и вернуть `200 OK` вместо `409 Conflict`. Эта логика существенно улучшает пользовательский опыт и при этом полностью обратно совместима и предотвращает фрагментацию кода разрешения конфликтов.

Но имейте в виду: клиенты часто ошибаются при имплементации логики токенов идемпотентности. Две проблемы проявляются постоянно:

- нельзя полагаться на то, что клиенты генерируют честные случайные токены — они могут иметь одинаковый seed рандомизатора или просто использовать слабый алгоритм или источник энтропии; при проверке токенов нужны слабые ограничения: уникальность токена должна проверяться не глобально, а только применительно к конкретному пользователю и конкретной операции;
- клиенты склонны неправильно понимать концепцию — или генерировать новый токен на каждый перезапрос (что на самом деле неопасно, в худшем случае деградирует UX), или, напротив, использовать один токен для разнородных запросов (а вот это опасно и может привести к катастрофически последствиям; ещё одна причина имплементировать совет из предыдущего пункта!); поэтому рекомендуется написать хорошую документацию и/или клиентскую библиотеку для перезапросов.

14. Избегайте неатомарных операций

С применением массива изменений часто возникает вопрос: что делать, если часть изменений удалось применить, а часть — нет? Здесь правило очень простое: если вы можете обеспечить атомарность, т.е. выполнить либо все изменения сразу, либо ни одно из них — сделайте это.

Плохо:

```
// Возвращает список рецептов
GET /v1/recipes
→
{
  "recipes": [{
    "id": "lungo",
    "volume": "200ml"
  }, {
    "id": "latte",
    "volume": "300ml"
  }]
}

// Изменяет параметры
PATCH /v1/recipes
{
  "changes": [{
    "id": "lungo",
    "volume": "300ml"
  }, {
    "id": "latte",
    "volume": "-1ml"
  }]
}
→ 400 Bad Request

// Перечитываем список
GET /v1/recipes
→
{
  "recipes": [{
    "id": "lungo",
    // Это значение изменилось
    "volume": "300ml"
  }, {
    "id": "latte",
    // А это нет
    "volume": "300ml"
  }]
}
```

— клиент никак не может узнать, что операция, которую он посчитал ошибочной, на самом деле частично применена. Даже если индицировать это в ответе, у клиента нет способа понять — значение объёма лунго изменилось вследствие запроса, или это конкурирующее изменение, выполненное другим клиентом.

Если способа обеспечить атомарность выполнения операции нет, следует очень хорошо подумать над её обработкой. Следует предоставить способ получения статуса каждого изменения отдельно.

Лучше:

```
PATCH /v1/recipes
{
  "changes": [{
    "recipe_id": "lungo",
    "volume": "300ml"
  }, {
    "recipe_id": "latte",
    "volume": "-1ml"
  }]
}
// Можно воспользоваться статусом
// «частичного успеха», если он предусмотрен
// протоколом
→ 200 OK
{
  "changes": [{
    "change_id",
    "occurred_at",
    "recipe_id": "lungo",
    "status": "success"
  }, {
    "change_id",
    "occurred_at",
    "recipe_id": "latte",
    "status": "fail",
    "error"
  }]
}
```

Здесь:

- `change_id` — уникальный идентификатор каждого атомарного изменения;
- `occurred_at` — время проведения каждого изменения;
- `error` — информация по ошибке для каждого изменения, если она возникла.

Не лишним будет также:

- ввести в запросе `sequence_id`, чтобы гарантировать порядок исполнения операций и соотнесение порядка статусов изменений в ответе с запросом;
- предоставить отдельный эндпойнт `/changes-history`, чтобы клиент мог получить информацию о выполненных изменениях, если во время обработки запроса произошла сетевая ошибка или приложение перезагрузилось.

Неатомарные изменения нежелательны ещё и потому, что вносят неопределённость в понятие идемпотентности, даже если каждое вложенное изменение идемпотентно. Рассмотрим такой пример:

```
PATCH /v1/recipes
{
  "idempotency_token",
  "changes": [{
    "recipe_id": "lungo",
    "volume": "300ml"
  }, {
    "recipe_id": "latte",
    "volume": "400ml"
  }]
}
→ 200 OK
{
  "changes": [{
    …
    "status": "success"
  }, {
    …
    "status": "fail",
    "error": {
      "reason": "too_many_requests"
    }
  }]
}
```

Допустим, клиент не смог получить ответ и повторил запрос с тем же токеном идемпотентности.

```
PATCH /v1/recipes
{
  "idempotency_token",
  "changes": [{
    "recipe_id": "lungo",
    "volume": "300ml"
  }, {
    "recipe_id": "latte",
    "volume": "400ml"
  }]
}
→ 200 OK
{
  "changes": [{
    …
    "status": "success"
  }, {
    …
    "status": "success",
  }]
}
```

По сути, для клиента всё произошло ожидаемым образом: изменения были внесены, и последний полученный ответ всегда корректен. Однако по сути состояние ресурса после первого запроса отличалось от состояния ресурса после второго запроса, что противоречит самому определению идемпотентности.

Более корректно было бы при получении повторного запроса с тем же токеном ничего не делать и возвращать ту же разбивку ошибок, что была дана на первый запрос — но для этого придётся её каким-то образом хранить в истории изменений.

На всякий случай уточним, что вложенные операции должны быть сами по себе идемпотентны. Если же это не так, то следует сгенерировать внутренние ключи идемпотентности на каждую вложенную операцию в отдельности.

15. Указывайте политики кэширования

В клиент-серверном API, как правило, сеть и ресурс сервера не бесконечны, поэтому кэширование результатов операции на клиенте является стандартным действием.

Желательно в такой ситуации внести ясность; каким образом можно кэшировать результат должно быть понятно, если не из сигнатур операций, то хотя бы из документации.

Плохо:

```
// Возвращает цену лунго в кафе,
// ближайшем к указанной точке
GET /v1/price?recipe=lungo
  &longitude={longitude}&latitude={latitude}
→
{ "currency_code", "price" }
```

Возникает два вопроса:

- в течение какого времени эта цена действительна?
- на каком расстоянии от указанной точки цена всё ещё действительна?

Хорошо: Для указания времени жизни кэша можно пользоваться стандартными средствами протокола, например, заголовком `Cache-Control`. В ситуации, когда кэш нужен и по временной, и по пространственной координате следует поступить примерно так:

```
// Возвращает предложение: за какую сумму
// наш сервис готов приготовить лунго
GET /v1/price?recipe=lungo
  &longitude={longitude}&latitude={latitude}
→
{
  "offer": {
    "id",
    "currency_code",
    "price",
    "conditions": {
      // До какого времени валидно предложение
      "valid_until",
      // Где валидно предложение:
      // * город
      // * географический объект
      // * …
      "valid_within"
    }
  }
}
```

16. Пагинация, фильтрация и курсоры

Любой эндпойнт, возвращающий массивы данных, должен содержать пагинацию. Никаких исключений в этом правиле быть не может.

Любой эндпойнт, возвращающий изменяемые данные постранично, должен обеспечивать возможность эти данные перебрать.

Плохо:

```
// Возвращает указанный limit записей,
// отсортированных по дате создания
// начиная с записи с номером offset
GET /v1/records?limit=10&offset=100
```

На первый взгляд это самый что ни на есть стандартный способ организации пагинации в API. Однако зададим себе три вопроса.

1. Каким образом клиент узнает о появлении новых записей в начале списка?
   Легко заметить, что клиент может только попытаться повторить первый запрос и сверить идентификаторы с запомненным началом списка. Но что делать, если добавленное количество записей превышает `limit`?
   Представим себе ситуацию:
   - клиент обрабатывает записи в порядке поступления;
   - произошла какая-то проблема, и накопилось большое количество необработанных записей;
   - клиент запрашивает новые записи (`offset=0`), однако не находит на первой странице известных идентификаторов — новых записей накопилось больше, чем `limit`;
   - клиент вынужден продолжить перебирать записи (увеличивая `offset`) до тех пор, пока не доберётся до последней известной ему; всё это время клиент простаивает;
   - таким образом может сложиться ситуация, когда клиент вообще никогда не обработает всю очередь, т.к. будет занят беспорядочным линейным перебором.
2. Что произойдёт, если при переборе списка одна из записей в уже перебранной части будет удалена?
   Произойдёт следующее: клиент пропустит одну запись и никогда не сможет об этом узнать.
3. Какие параметры кэширования мы можем выставить на этот эндпойнт?
   Никакие: повторяя запрос с теми же `limit-offset`, мы каждый раз получаем новый набор записей.

Хорошо: в таких однонаправленных списках пагинация должна быть организована по тому ключу, порядок сортировки по которому фиксирован. Например, вот так:

```
// Возвращает указанный limit записей,
// отсортированных по дате создания,
// начиная с первой записи, созданной позднее,
// чем запись с указанным id
GET /v1/records?older_than={record_id}&limit=10
// Возвращает указанный limit записей,
// отсортированных по дате создания,
// начиная с первой записи, созданной раньше,
// чем запись с указанным id
GET /v1/records?newer_than={record_id}&limit=10
```

При такой организации клиенту не надо заботиться об удалении или добавлении записей в уже перебранной части списка: он продолжает перебор по идентификатору известной записи — первой известной, если надо получить новые записи; последней известной, если надо продолжить перебор. Если операции удаления записей нет, то такие запросы можно свободно кэшировать — по одному и тому же URL будет всегда возвращаться один и тот же набор записей. Другой вариант организации таких списков — возврат курсора `cursor`, который используется вместо `record_id`, что делает интерфейсы более универсальными.

```
// Первый запрос данных
POST /v1/records/list
{
  // Какие-то дополнительные параметры фильтрации
  "filter": {
    "category": "some_category",
    "created_date": {
      "older_than": "2020-12-07"
    }
  }
}
→
{
  "cursor"
}
```

```
// Последующие запросы
GET /v1/records?cursor=<значение курсора>
{ "records", "cursor" }
```

Достоинством схемы с курсором является возможность зашифровать в самом курсоре данные исходного запроса (т.е. `filter` в нашем примере), и таким образом не дублировать его в последующих запросах. Это может быть особенно актуально, если инициализирующий запрос готовит полный массив данных, например, перенося его из «холодного» хранилища в горячее.

Вообще схему с курсором можно реализовать множеством способов (например, не разделять первый и последующие запросы данных), главное — выбрать какой-то один.

NB: в некоторых источниках такой подход, напротив, не рекомендуется по следующей причине: пользователю невозможно показать список страниц и дать возможность выбрать произвольную. Здесь следует отметить, что:

- подобный кейс — список страниц и выбор страниц — существует только для пользовательских интерфейсов; представить себе API, в котором действительно требуется доступ к случайным страницам данных мы можем с очень большим трудом;
- если же мы всё-таки говорим об API приложения, которое содержит элемент управления с постраничной навигацией, то наиболее правильный подход — подготавливать данные для этого элемента управления на стороне сервера, в т.ч. генерировать ссылки на страницы;
- подход с курсором не означает, что `limit`/`offset` использовать нельзя — ничто не мешает сделать двойной интерфейс, который будет отвечать и на запросы вида `GET /items?cursor=…`, и на запросы вида `GET /items?offset=…&limit=…`;
- наконец, если возникает необходимость предоставлять доступ к произвольной странице в пользовательском интерфейсе, то следует задать себе вопрос, какая проблема тем самым решается; вероятнее всего с помощью этой функциональности пользователь что-то ищет: определенный элемент списка или может быть позицию, на которой он закончил работу со списком в прошлый раз; возможно, для этих задач следует предоставить более удобные элементы управления, нежели перебор страниц.

Плохо:

```
// Возвращает указанный limit записей,
// отсортированных по полю sort_by
// в порядке sort_order,
// начиная с записи с номером offset
GET /records?sort_by=date_modified&sort_order=desc&limit=10&off
```

Сортировка по дате модификации обычно означает, что данные могут меняться. Иными словами, между запросом первой порции данных и запросом второй порции данных какая-то запись может измениться; она просто пропадёт из перечисления, т.к. автоматически попадает на первую страницу. Клиент никогда не получит те записи, которые менялись во время перебора, и у него даже нет способа узнать о самом факте такого пропуска. Помимо этого отметим, что такой API нерасширяем — невозможно добавить сортировку по двум и более полям.

Хорошо: в представленной постановке задача, собственно говоря, не решается. Список записей по дате изменения всегда будет непредсказуемо изменяться, поэтому необходимо изменить сам подход к формированию данных, одним из двух способов.

Вариант 1: фиксировать порядок в момент обработки запроса; т.е. сервер формирует полный список и сохраняет его в неизменяемом виде:

```
// Создаёт представление по указанным параметрам
POST /v1/record-views
{
  sort_by: [
    { "field": "date_modified", "order": "desc" }
  ]
}
→
{ "id", "cursor" }
```

```
// Позволяет получить часть представления
GET /v1/record-views/{id}?cursor={cursor}
```

Поскольку созданное представление уже неизменяемо, доступ к нему можно организовать как угодно: через курсор, limit/offset, заголовок Range и т.д. Однако надо иметь в виду, что при переборе таких списков порядок может быть нарушен: записи, изменённые уже после генерации представления, будут находиться не на своих местах (либо быть неактуальны, если запись копируется целиком).

Вариант 2: гарантировать строгий неизменяемый порядок записей, например, путём введения понятия события изменения записи:

```
POST /v1/records/modified/list
{
  // Опционально
  "cursor"
}
→
{
  "modified": [
    { "date", "record_id" }
  ],
  "cursor"
}
```

Недостатком этой схемы является необходимость заводить отдельное индексированное хранилище событий, а также появление множества событий для одной записи, если данные меняются часто.

17. Ошибки должны быть информативными

При написании кода разработчик неизбежно столкнётся с ошибками, в том числе самого примитивного толка: неправильный тип параметра или неверное значение. Чем понятнее ошибки, возвращаемые вашим API, тем меньше времени разработчик потратит на борьбу с ними, и тем приятнее работать с таким API.

Плохо:

```
POST /v1/coffee-machines/search
{
  "recipes": ["lngo"],
  "position": {
    "latitude": 110,
    "longitude": 55
  }
}
→ 400 Bad Request
{}
```

— да, конечно, допущенные ошибки (опечатка в `"lngo"` и неправильные координаты) очевидны. Но раз наш сервер всё равно их проверяет, почему не вернуть описание ошибок в читаемом виде?

Хорошо:

```
{
  "reason": "wrong_parameter_value",
  "localized_message":
    "Что-то пошло не так. Обратитесь к разработчику приложения.
  "details": {
    "checks_failed": [
      {
        "field": "recipe",
        "error_type": "wrong_value",
        "message":
          "Value 'lngo' unknown. Do you mean 'lungo'?"
      },
      {
        "field": "position.latitude",
        "error_type": "constraint_violation",
        "constraints": {
          "min": -90,
          "max": 90
        },
        "message":
          "'position.latitude' value must fall in [-90, 90] int
      }
    ]
  }
}
```

Также хорошей практикой является указание всех допущенных ошибок, а не только первой найденной.

18. Соблюдайте правильный порядок ошибок

Во-первых, всегда показывайте неразрешимые ошибки прежде разрешимых:

```
POST /v1/orders
{
  "recipe": "lngo",
  "offer"
}
→ 409 Conflict
{
  "reason": "offer_expired"
}
// Повторный запрос
// с новым `offer`
POST /v1/orders
{
  "recipe": "lngo",
  "offer"
}
→ 400 Bad Request
{
  "reason": "recipe_unknown"
}
```

— какой был смысл получать новый `offer`, если заказ всё равно не может быть создан?

Во-вторых, соблюдайте такой порядок разрешимых ошибок, который приводит к наименьшему раздражению пользователя и разработчика. В частности, следует начинать с более значимых ошибок, решение которых требует более глобальных изменений.

Плохо:

```
POST /v1/orders
{
  "items": [{ "item_id": "123", "price": "0.10" }]
}
→
409 Conflict
{
  "reason": "price_changed",
  "details": [{ "item_id": "123", "actual_price": "0.20" }]
}
// Повторный запрос
// с актуальной ценой
POST /v1/orders
{
  "items": [{ "item_id": "123", "price": "0.20" }]
}
→
409 Conflict
{
  "reason": "order_limit_exceeded",
  "localized_message": "Лимит заказов превышен"
}
```

— какой был смысл показывать пользователю диалог об изменившейся цене, если и с правильной ценой заказ он сделать всё равно не сможет? Пока один из его предыдущих заказов завершится и можно будет сделать следующий заказ, цену, наличие и другие параметры заказа всё равно придётся корректировать ещё раз.

В-третьих, постройте таблицу: разрешение какой ошибки может привести к появлению другой, иначе вы можете показать одну и ту же ошибку несколько раз, а то и вовсе зациклить разрешение ошибок.

```
// Создаём заказ с платной доставкой
POST /v1/orders
{
  "items": 3,
  "item_price": "3000.00"
  "currency_code": "MNT",
  "delivery_fee": "1000.00",
  "total": "10000.00"
}
→ 409 Conflict
// Ошибка: доставка становится бесплатной
// при стоимости заказа от 9000 тугриков
{
  "reason": "delivery_is_free"
}

// Создаём заказ с бесплатной доставкой
POST /v1/orders
{
  "items": 3,
  "item_price": "3000.00"
  "currency_code": "MNT",
  "delivery_fee": "0.00",
  "total": "9000.00"
}
→ 409 Conflict
// Ошибка: минимальная сумма заказа
// 10000 тугриков
{
  "reason": "below_minimal_sum",
  "currency_code": "MNT",
  "minimal_sum": "10000.00"
}
```

Легко заметить, что в этом примере нет способа разрешить ошибку в один шаг — эту ситуацию требуется предусмотреть отдельно, и либо изменить параметры расчёта (минимальная сумма заказа не учитывает скидки), либо ввести специальную ошибку для такого кейса.

19. Предусмотрите ограничения

С ростом популярности API вам неизбежно придётся внедрять технические средства защиты от недобросовестного использования — такие, как показ капчи, расстановка приманок-honeypot-ов, возврат ошибок вида «слишком много запросов», постановка прокси-защиты от DDoS перед эндпойнтами и так далее. Всё это невозможно сделать, если вы не предусмотрели такой возможности изначально, а именно — не ввели соответствующей номенклатуры ошибок и предупреждений.

Вы не обязаны с самого начала такие ошибки действительно генерировать — но вы можете предусмотреть их на будущее. Например, вы можете описать ошибку `429 Too Many Requests` или перенаправление на показ капчи, но не имплементировать возврат таких ответов, пока не возникнет такая необходимость.

Отдельно необходимо уточнить, что в тех случаях, когда через API можно совершать платежи, ввод дополнительных факторов аутентификации пользователя (через TOTP, SMS или технологии типа 3D-Secure) должен быть предусмотрен обязательно.

20. Не предоставляйте endpoint-ов массового получения чувствительных данных

Если через API возможно получение персональных данных, номер банковских карт, переписки пользователей и прочей информации, раскрытие которой нанесёт большой ущерб пользователям, партнёрам и/или вам — методов массового получения таких данных в API быть не должно, или, по крайней мере, на них должны быть ограничения на частоту запросов, размер страницы данных, а в идеале ещё и многофакторная аутентификация.

Часто разумной практикой является предоставление таких массовых выгрузок по запросу, т.е. фактически в обход API.

21. Отсутствие результата — тоже результат

Если сервер корректно обработал вопрос и никакой внештатной ситуации не возникло — следовательно, это не ошибка. К сожалению, весьма распространён антипаттерн, когда отсутствие результата считается ошибкой.

Плохо

```
POST /search
{
  "query": "lungo",
  "location": <положение пользователя>
}
→ 404 Not Found
{
  "localized_message":
    "Рядом с вами не делают лунго"
}
```

Статусы `4xx` означают, что клиент допустил ошибку; однако в данном случае никакой ошибки сделано не было ни пользователем, ни разработчиком: клиент же не может знать заранее, готовят здесь лунго или нет.

Хорошо:

```
POST /search
{
  "query": "lungo",
  "location": <положение пользователя>
}
→ 200 OK
{
  "results": []
}
```

Это правило вообще можно упростить до следующего: если результатом операции является массив данных, то пустота этого массива — не ошибка, а штатный ответ. (Если, конечно, он допустим по смыслу; пустой массив координат, например, является ошибкой.)

22. Локализация и интернационализация

Все эндпойнты должны принимать на вход языковые параметры (например, в виде заголовка `Accept-Language`), даже если на текущем этапе нужды в локализации нет.

Важно понимать, что язык пользователя и юрисдикция, в которой пользователь находится — разные вещи. Цикл работы вашего API всегда должен хранить локацию пользователя. Либо она задаётся явно (в запросе указываются географические координаты), либо неявно (первый запрос с географическими координатами инициировал создание сессии, в которой сохранена локация) — но без локации корректная локализация невозможна. В большинстве случаев локацию допустимо редуцировать до кода страны.

Дело в том, что множество параметров, потенциально влияющих на работу API, зависят не от языка, а именно от расположения пользователя. В частности, правила форматирования чисел (разделители целой и дробной частей, разделители разрядов) и дат, первый день недели, раскладка клавиатуры, система единиц измерения (которая к тому же может оказаться не десятичной!) и так далее. В некоторых ситуациях необходимо хранить две локации: та, в которой пользователь находится, и та, которую пользователь сейчас просматривает. Например, если пользователь из США планирует туристическую поездку в Европу, то цены ему желательно показывать в местной валюте, но отформатированными согласно правилам американского письма.

Следует иметь в виду, что явной передачи локации может оказаться недостаточно, поскольку в мире существуют территориальные конфликты и спорные территории. Каким образом API должен себя вести при попадании координат пользователя на такие территории — вопрос, к сожалению, в первую очередь юридический. Автору этой книги приходилось как-то разрабатывать API, в котором пришлось вводить концепцию «территория государства А по мнению официальных органов государства Б».

Важно: различайте локализацию для конечного пользователя и локализацию для разработчика. В примере из п. 19 сообщение `localized_message` адресовано пользователю — его должно показать приложение, если в коде обработка такой ошибки не предусмотрена. Это сообщение должно быть написано на указанном в запросе языке и отформатировано согласно правилам локации пользователя. А вот сообщение `details.checks_failed[].message` написано не для пользователя, а для разработчика, который будет разбираться с проблемой.

Соответственно, написано и отформатировано оно должно быть понятным для разработчика образом — что, скорее всего, означает «на английском языке», т.к. английский де-факто является стандартом в мире разработки программного обеспечения.

Следует отметить, что индикация, какие сообщения следует показать пользователю, а какие написаны для разработчика, должна, разумеется, быть явной конвенцией вашего API. В примере для этого используется префикс `localized_`.

И ещё одна вещь: все строки должны быть в кодировке UTF-8 и никакой другой.

Глава 12. Приложение к разделу I. Модельный API

Суммируем текущее состояние нашего учебного API.

1. Поиск предложений

```
POST /v1/offers/search
{
  // опционально
  "recipes": ["lungo", "americano"],
  "position": <географические координаты>,
  "sort_by": [
    { "field": "distance" }
  ],
  "limit": 10
}
→
{
  "results": [{
    // Данные о заведении
    "place": { "name", "location" },
    // Данные о кофемашине
    "coffee_machine": { "id", "brand", "type" },
    // Как добраться
    "route": { "distance", "duration", "location_tip" },
    // Предложения напитков
    "offers": {
      // Рецепт
      "recipe": { "id", "name", "description" },
      // Данные относительно того,
      // как рецепт готовят на конкретной кофемашине
      "options": { "volume" },
      // Метаданные предложения
      "offer": { "id", "valid_until" },
      // Цена
      "pricing": { "currency_code", "price", "localized_price"
      "estimated_waiting_time"
    }
  }, …]
  "cursor"
}
```

2. Работа с рецептами

```
// Возвращает список рецептов
// Параметр cursor необязателен
GET /v1/recipes?cursor=<курсор>
→
{ "recipes", "cursor" }
```

```
// Возвращает конкретный рецепт
// по его идентификатору
GET /v1/recipes/{id}
→
{ "recipe_id", "name", "description" }
```

3. Работа с заказами

```
// Размещает заказ
POST /v1/orders
{
  "coffee_machine_id",
  "currency_code",
  "price",
  "recipe": "lungo",
  // Опционально
  "offer_id",
  // Опционально
  "volume": "800ml"
}
→
{ "order_id" }
```

```
// Возвращает состояние заказа
GET /v1/orders/{id}
→
{ "order_id", "status" }
```

```
// Отменяет заказ
POST /v1/orders/{id}/cancel
```

4. Работа с программами

```
// Возвращает идентификатор программы,
// соответствующей указанному рецепту
// на указанной кофемашине
POST /v1/program-matcher
{ "recipe", "coffee_machine" }
→
{ "program_id" }
```

```
// Возвращает описание
// программы по её идентификатору
GET /v1/programs/{id}
→
{
  "program_id",
  "api_type",
  "commands": [
    {
      "sequence_id",
      "type": "set_cup",
      "parameters"
    },
    …
  ]
}
```

5. Исполнение программ

```
// Запускает исполнение программы
// с указанным идентификатором
// на указанной машине
// с указанными параметрами
POST /v1/programs/{id}/run
{
  "order_id",
  "coffee_machine_id",
  "parameters": [
    {
      "name": "volume",
      "value": "800ml"
    }
  ]
}
→
{ "program_run_id" }
```

```
// Останавливает исполнение программы
POST /v1/runs/{id}/cancel
```

6. Управление рантаймами

```
// Создаёт новый рантайм
POST /v1/runtimes
{ "coffee_machine_id", "program_id", "parameters" }
→
{ "runtime_id", "state" }
```

```
// Возвращает текущее состояние рантайма
// по его id
GET /v1/runtimes/{runtime_id}/state
{
  "status": "ready_waiting",
  // Текущая исполняемая команда (необязательное)
  "command_sequence_id",
  "resolution": "success",
  "variables"
}
```

```
// Прекращает исполнение рантайма
POST /v1/runtimes/{id}/terminate
```

РАЗДЕЛ II. ОБРАТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

Глава 13. Постановка проблемы обратной совместимости

Как обычно, дадим смысловое определение «обратной совместимости», прежде чем начинать изложение.

Обратная совместимость — это свойство всей системы API быть стабильной во времени. Это значит следующее: **код, написанный разработчиками с использованием вашего API, продолжает работать функционально корректно в течение длительного времени**. К этому определению есть два больших вопроса, и два уточнения к ним.

1. Что значит «функционально корректно»?

   Это значит, что код продолжает выполнять свою функцию — решать какую-то задачу пользователя. Это не означает, что он продолжает работать одинаково: например, если вы предоставляете UI-библиотеку, то изменение функционально несущественных деталей дизайна, типа глубины теней или формы штриха границы, обратную совместимость не нарушит. А вот, например, изменение размеров визуальных компонентов, скорее всего, приведёт к тому, что какие-то пользовательские макеты развалятся.

2. Что значит «длительное время»?

   С нашей точки зрения длительность поддержания обратной совместимости следует увязывать с длительностью жизненных циклов приложений в соответствующей предметной области. Хороший ориентир в большинстве случаев — это LTS-периоды платформ. Так как приложение всё равно будет переписано в связи с окончанием поддержки платформы, нормально предложить также и переход на новую версию API. В основных предметных областях (десктопные и мобильные операционные системы) этот срок исчисляется несколькими годами.

Почему обратную совместимость необходимо поддерживать (в том числе предпринимать необходимые меры ещё на этапе проектирования API) — понятно из определения. Прекращение работы приложения (полное или частичное) по вине поставщика API — крайне неприятное событие, а то и катастрофа, для любого разработчика, особенно если он платит за этот API деньги.

Но развернём теперь проблему в другую сторону: а почему вообще возникает проблема с поддержанием обратной совместимости? Почему мы можем *хотеть* её нарушить? Ответ на этот вопрос, при кажущейся простоте, намного сложнее, чем на предыдущий.

Мы могли бы сказать, что *обратную совместимость приходится нарушать для расширения функциональности API*. Но это лукавство: новая функциональность на то и *новая*, что она не может затронуть код приложений, который её не использует. Да, конечно, есть ряд сопутствующих проблем, приводящих к стремлению переписать *наш* код, код самого API, с выпуском новой мажорной версии:

- код банально морально устарел, внесение в него изменений, пусть даже в виде расширения функциональности, нецелесообразно;
- новая функциональность не была предусмотрена в старом интерфейсе: мы хотели бы наделить уже существующие сущности новыми свойствами, но не можем;
- наконец, за прошедшее после изначального релиза время мы узнали о предметной области и практике применения нашего API гораздо больше, и сделали бы многие вещи иначе.

Эти аргументы можно обобщить как «разработчики API не хотят работать со старым кодом», не сильно покривив душой. Но и это объяснение неполно: даже если вы не собираетесь переписывать код API при добавлении новой функциональности, или вы вовсе её и не собирались добавлять, выпускать новые версии API — мажорные и минорные — всё равно придётся.

NB: в рамках этой главы мы не разделяем минорные версии и патчи: под словами «минорная версия» имеется в виду любой обратно совместимый релиз API.

Напомним, что API — это мост, средство соединения разных программируемых контекстов. И как бы нам ни хотелось зафиксировать конструкцию моста, наши возможности ограничены: мост-то мы можем зафиксировать — да вот края ущелья, как и само ущелье, не можем. В этом корень проблемы: мы не можем оставить *свой* код без изменений, поэтому нам придётся рано или поздно потребовать, чтобы клиенты изменили *свой*.

Помимо наших собственных поползновений в сторону изменения архитектуры API, три других тектонических процесса происходят одновременно: размывание клиентов, предметной области и нижележащей платформы.

Фрагментация клиентских приложений

В тот момент, когда вы выпустили первую версию API, и первые клиенты начали использовать её — ситуация идеальна. Есть только одна версия, и все клиенты работают с ней. А вот дальше возможны два варианта развития событий:

1. Если платформа поддерживает on-demand получение кода, как старый-добрый Веб, и вы не поленились это получение кода реализовать (в виде платформенного SDK, например, JS API), то развитие API более или менее находится под вашим контролем. Поддержание обратной совместимости сводится к поддержанию обратной совместимости *клиентской библиотеки*, а вот в части сервера и клиент-серверного взаимодействия вы свободны.

   Это не означает, что вы не можете нарушить обратную совместимость — всё ещё можно напортачить с заголовками кэширования SDK или банально допустить баг в коде. Кроме того, даже on-demand системы всё равно не обновляются мгновенно — автор сталкивался с ситуацией, когда пользователи намеренно держали вкладку браузера открытой *неделями*, чтобы не обновляться на новые версии. Тем не менее, вам почти не придётся поддерживать более двух (последней и предпоследней) минорных версий клиентского SDK. Более того, вы можете попытаться в какой-то момент переписать предыдущую мажорную версию библиотеки, имплементировав её на основе API новой версии.

2. Если поддержка on-demand кода платформой не поддерживается или запрещена условиями, как это произошло с современными мобильными платформами, то ситуация становится гораздо сложнее. По сути, каждый клиент — это «слепок» кода, который работает с вашим API, зафиксированный в том состоянии, в котором он был на момент компиляции. Обновление клиентских приложений по времени растянуто гораздо дольше, нежели Web-приложений; самое неприятное здесь состоит в том, что некоторые клиенты *не обновятся вообще никогда* — по одной из трёх причин:

   - разработчики просто не выпускают новую версию приложения, его развитие заморожено;

- пользователь не хочет обновляться (в том числе потому, что, по мнению пользователя, разработчики приложения его «испортили» в новых версиях);
- пользователь не может обновиться вообще, потому что его устройство больше не поддерживается.

В современных реалиях все три категории в сумме легко могут составлять десятки процентов аудитории. Это означает, что прекращение поддержки любой версии API является весьма заметным событием — особенно если приложения разработчика поддерживают более широкий спектр версий платформы, нежели ваш API.

Вы можете не выпускать вообще никаких SDK, предоставляя только серверный API в виде, например, HTTP эндпойнтов. Вам может показаться, что таким образом, пусть ваш API и стал менее конкурентоспособным на рынке из-за отсутствия SDK, вы облегчили себе задачу поддержания обратной совместимости. На самом деле это совершенно не так: раз вы не предоставляете свой SDK — или разработчики возьмут неофициальный SDK (если кто-то его сделает), или просто каждый из них напишет по фреймворку. Стратегия «ваш фреймворк — ваша ответственность», к счастью или к сожалению, работает плохо: если на вашем API пишут некачественные приложения — значит, ваш API сам некачественный. Уж точно по мнению разработчиков, а может и по мнению пользователей, если работа API внутри приложения пользователю видна.

Конечно, если ваш API достаточно stateless и не требует клиентских SDK (или же можно обойтись просто автогенерацией SDK из спецификации), эти проблемы будут гораздо менее заметны, но избежать их полностью можно только одним способом — никогда не выпуская новых версий API. Во всех остальных случаях вы будете иметь дело с какой-то гребёнкой распределения количества пользователей по версиям API и версиям SDK.

Эволюция предметной области

Другая сторона ущелья — та самая нижележащая функциональность, к которой вы предоставляете API. Она, разумеется, тоже не статична и развивается в какую-то сторону:

- появляется новая функциональность;
- старая функциональность перестаёт поддерживаться;

- меняются интерфейсы.

Как правило, API изначально покрывает только какую-то часть существующей предметной области. В случае нашего примера с API кофемашин разумно ожидать, что будут появляться новые модели с новым API, которые нам придётся включать в свою платформу, и гарантировать возможность сохранения того же интерфейса абстракции — весьма непросто. Даже если просто добавлять поддержку новых видов нижележащих устройств, не добавляя ничего во внешний интерфейс — это всё равно изменения в коде, которые могут в итоге привести к несовместимости, пусть и ненамеренно.

Стоит также отметить, что далеко не все поставщики API относятся к поддержанию обратной совместимости, да и вообще к качеству своего ПО, так же серьёзно, как и (надеемся) вы. Стоит быть готовым к тому, что заниматься поддержанием вашего API в рабочем состоянии, то есть написанием и поддержкой фасадов к меняющемуся ландшафту предметной области, придётся именно вам, и зачастую довольно внезапно.

Дрифт платформ

Наконец, есть и третья сторона вопроса — «ущелье», через которое вы перекинули свой мост в виде API. Код, который напишут разработчики, исполняется в некоторой среде, которую вы не можете контролировать, и она тоже эволюционирует. Появляются новые версии операционной системы, браузеров, протоколов, языка SDK. Разрабатываются новые стандарты и принимаются новые соглашения, некоторые из которых сами по себе обратно несовместимы, и поделать с этим ничего нельзя.

Как и в случае со старыми версиями приложений, старые версии платформ также приводят к фрагментации, поскольку разработчикам (в том числе и разработчикам API) объективно тяжело поддерживать старые платформы, а пользователям столь же объективно тяжело обновляться, так как обновление операционной системы зачастую невозможно без замены самого устройства на более новое.

Самое неприятное во всём этом то, что к изменениям в API подталкивает не только поступательный прогресс в виде новых платформ и протоколов, но и банальная мода и вкусовщина. Буквально несколько лет назад были в моде объёмные реалистичные иконки, от которых все отказались в пользу плоских и абстрактных — и большинству разработчиков визуальных компонентов

пришлось, вслед за модой, переделывать свои библиотеки, выпуская новые наборы иконок или заменяя старые. Аналогично прямо сейчас повсеместно внедряется поддержка «ночных» тем интерфейсов, что требует изменений в большом количестве API.

Политика обратной совместимости

Итого, если суммировать:

- вследствие итерационного развития приложений, платформ и предметной области вы будете вынуждены выпускать новые версии вашего API; в разных предметных областях скорость развития разная, но почти никогда не нулевая;
- вкупе это приведёт к фрагментации используемой версии API по приложениям и платформам;
- вам придётся принимать решения, критически влияющие на надёжность вашего API в глазах потребителей.

Опишем кратко эти решения и ключевые принципы их принятия.

1. Как часто выпускать мажорные версии API.

   Это в основном *продуктовый* вопрос. Новая мажорная версия API выпускается, когда накоплена критическая масса функциональности, которую невозможно или слишком дорого поддерживать в рамках предыдущей мажорной версии. В стабильной ситуации такая необходимость возникает, как правило, раз в несколько лет. На динамично развивающихся рынках новые мажорные версии можно выпускать чаще, здесь ограничителем являются только ваши возможности выделить достаточно ресурсов для поддержания зоопарка версий. Однако следует заметить, что выпуск новой мажорной версии раньше, чем была стабилизирована предыдущая (а на это, как правило, требуется от нескольких месяцев до года), выглядит для разработчиков очень плохим сигналом, означающим риск *постоянно* сидеть на сырой платформе.

2. Какое количество *мажорных* версий поддерживать одновременно.

Что касается мажорных версий, то *теоретический* ответ мы дали выше: в идеальной ситуации жизненный цикл мажорной версии должен быть чуть длиннее жизненного цикла платформы. Для стабильных ниш типа десктопных операционных систем это порядка 5-10 лет, для новых и динамически развивающихся — меньше, но всё равно измеряется в годах. *Практически* следует смотреть на долю потребителей, реально продолжающих пользоваться версией.

3. Какое количество *минорных* версий (в рамках одной мажорной) поддерживать одновременно.

   Для минорных версий возможны два варианта:

   - если вы предоставляете только серверный API и компилируемые SDK, вы можете в принципе не поддерживать никакие минорные версии API, помимо актуальной: серверный API находится полностью под вашим контролем, и вы можете оперативно исправить любые проблемы с логикой;
   - если вы предоставляете code-on-demand SDK, то вот здесь хорошим тоном является поддержка предыдущих минорных версий SDK в работающем состоянии на срок, достаточный для того, чтобы разработчики могли протестировать своё приложение с новой версией и внести какие-то правки по необходимости. Так как полностью переписывать приложения при этом не надо, разумно ориентироваться на длину релизных циклов в вашей индустрии, обычно это несколько месяцев в худшем случае.

Дополнительно в разделе III мы также обсудим, каким образом предупреждать потребителей о выходе новых версий и прекращении поддержки старых, и как стимулировать их переходить на новые версии API.

Глава 14. О ватерлинии айсберга

Прежде, чем начинать разговор о принципах проектирования расширяемого API, следует обсудить гигиенический минимум. Огромное количество проблем не случилось бы, если бы разработчики API чуть ответственнее подходили к обозначению зоны своей ответственности.

1. Предоставляйте минимальный объём функциональности

В любой момент времени ваш API подобен айсбергу: у него есть видимая (документированная) часть и невидимая — недокументированная. В хорошем API эти две части соотносятся друг с другом примерно как надводная и подводная часть настоящего айсберга, 1 к 10. Почему так? Из двух очевидных соображений.

- Компьютеры существуют, чтобы сложные вещи делать просто, не наоборот. Код, который напишут разработчики поверх вашего API, должен в простых и лаконичных выражениях описывать решение сложной проблемы. Поэтому «внутри» ваш код, скорее всего, будет опираться на мощную номенклатуру непубличной функциональности.

- Изъятие функциональности из API невозможно без серьёзных потерь. Если вы пообещали предоставлять какую-то функциональность — вам теперь придётся предоставлять её «вечно» (до окончания поддержки этой мажорной версии API). Объявление функциональности неподдерживаемой — очень сложный и чреватый потенциальными конфликтами с потребителем процесс.

Правило № 1 самое простое: если какую-то функциональность можно не выставлять наружу — значит, выставлять её не надо. Можно сформулировать и так: каждая сущность, каждое поле, каждый метод в публичном API — это *продуктовое* решение. Должны существовать веские *продуктовые* причины, по которым та или иная сущность документирована.

2. Избегайте серых зон и недосказанности

Ваши обязательства по поддержанию функциональности должны быть оговорены настолько чётко, насколько это возможно. Особенно это касается тех сред и платформ, где нет способа нативно ограничить доступ к недокументированной функциональности. К сожалению, разработчики часто считают, что, если они «нашли» какую-то непубличную особенность, то они могут ей пользоваться — а производитель API, соответственно, обязан её поддерживать. Поэтому политика компании относительно таких «находок» должна быть явно сформулирована. Тогда в случае несанкционированного использования скрытой функциональности вы по крайней мере сможете сослаться на документацию и быть формально правы в глазах комьюнити.

Однако достаточно часто разработчики API сами легитимизируют такие серые зоны, например:

- отдают недокументированные поля в ответах эндпойнтов;
- используют непубличную функциональность в примерах кода — в документации, в ответ на обращения пользователей, в выступлениях на конференциях и т.д.

Нельзя принять обязательства наполовину. Или вы гарантируете работу этого кода всегда, или не подавайте никаких намёков на то, что такая функциональность существует.

3. Фиксируйте неявные договорённости

Посмотрите внимательно на код, который предлагаете написать разработчикам: нет ли в нём каких-то условностей, которые считаются очевидными, но при этом нигде не зафиксированы?

Пример 1. Рассмотрим SDK работы с заказами.

```
// Создаёт заказ
let order = api.createOrder();
// Получает статус заказа
let status = api.getStatus(order.id);
```

Предположим, что в какой-то момент при масштабировании вашего сервиса вы пришли к асинхронной репликации базы данных и разрешили чтение из реплики. Это приведёт к тому, что после создания заказа следующее обращение к его статусу по id может вернуть `404`, если оно пришлось на асинхронную реплику, до которой ещё не дошли последние изменения из мастера. Фактически, вы сменили политику консистентности со strong на eventual.

К чему это приведёт? К тому, что код выше перестанет работать. Разработчик создал заказ, пытается получить его статус — и получает ошибку. Очень тяжело предсказать, какую реакцию на эту ошибку предусмотрят разработчики — вероятнее всего, никакую.

Вы можете сказать: «Позвольте, но мы нигде и не обещали строгую консистентность!» — и это будет, конечно, неправдой. Вы можете так сказать если, и только если, вы действительно в документации метода `createOrder` явно описали нестрогую консистентность, а все ваши примеры использования SDK написаны как-то так:

```
let order = api.createOrder();
let status;
while (true) {
    try {
        status = api.getStatus(order.id);
    } catch (e) {
        if (e.httpStatusCode != 404 || timeoutExceeded()) {
            break;
        }
    }
}
if (status) {
    …
}
```

Мы полагаем, что можно не уточнять, что писать код, подобный вышеприведённому, ни в коем случае нельзя. Уж если вы действительно предоставляете нестрого консистентный API, то либо операция `createOrder` в SDK должна быть асинхронной и возвращать результат только по готовности всех реплик, либо политика перезапросов должна быть скрыта внутри операции `getStatus`.

Если же нестрогая консистентность не была описана с самого начала — вы не можете внести такие изменения в API. Это эффективный слом обратной совместимости, который к тому же приведёт к огромным проблемам ваших потребителей, поскольку проблема будет воспроизводиться случайным образом.

Пример 2. Представьте себе следующий код:

```
let resolve;
let promise = new Promise(
    function (innerResolve) {
        resolve = innerResolve;
    }
);
resolve();
```

Этот код полагается на то, что callback-функция, переданная в `new Promise` будет выполнена *синхронно*, и переменная `resolve` будет инициализирована к моменту вызова `resolve()`. Однако это конвенция абсолютно ниоткуда не следует: ничто в сигнатуре конструктора `new Promise` не указывает на синхронный вызов callback-а.

Разработчики языка, конечно, могут позволить себе такие фокусы. Однако вы как разработчик API — не можете. Вы должны как минимум задокументировать это поведение и подобрать сигнатуры так, чтобы оно было очевидно; но вообще хорошим советом будет избегать таких конвенций, поскольку они банально неочевидны при прочтении кода, использующего ваш API. Ну и конечно же ни при каких обстоятельствах вы не можете изменить это поведение с синхронного на асинхронное.

Пример 3. Представьте, что вы предоставляете API для анимаций, в котором есть две независимые функции:

```
// Анимирует ширину некоторого объекта
// от первого значения до второго
// за указанное время
object.animateWidth('100px', '500px', '1s');
// Наблюдает за изменением размеров объекта
object.observe('widthchange', observerFunction);
```

Возникает вопрос: с какой частотой и в каких точках будет вызываться `observerFunction`? Допустим, в первой версии SDK вы эмулировали анимацию пошагово с частотой 10 кадров в секунду — тогда observerFunction будет вызвана 10 раз и получит значения '140px', '180px' и т.д. вплоть до '500px'. Но затем в новой версии API вы решили воспользоваться системными функциями для обеих операций — и теперь вы попросту не знаете, когда и с какой частотой будет вызвана `observerFunction`.

Даже просто изменение частоты вызовов вполне может сделать чей-то код неработающим — например, если обработчик выполняет на каждом шаге тяжелые вычисления, и разработчик не предусмотрел никакого ограничения частоты выполнения, полагаясь на то, что ваш SDK вызывает его обработчик всего лишь 10 раз в секунду. А вот если, например, `observerFunction` перестанет вызываться с финальным значением `'500px'` вследствие каких-то особенностей системных алгоритмов — чей-то код вы сломаете абсолютно точно.

В данном случае следует задокументировать конкретный контракт — как и когда вызывается callback — и придерживаться его даже при смене нижележащей технологии.

Пример 4. Представьте, что потребитель совершает заказ, которые проходит через вполне определённую цепочку преобразований:

```
GET /v1/orders/{id}/events/history
→
{
    "event_history": [
        {
            "iso_datetime": "2020-12-29T00:35:00+03:00",
            "new_status": "created"
        },
        {
            "iso_datetime": "2020-12-29T00:35:10+03:00",
            "new_status": "payment_approved"
        },
        {
            "iso_datetime": "2020-12-29T00:35:20+03:00",
            "new_status": "preparing_started"
        },
        {
            "iso_datetime": "2020-12-29T00:35:30+03:00",
            "new_status": "ready"
        }
    ]
}
```

Допустим, в какой-то момент вы решили надёжным клиентам с хорошей историей заказов предоставлять кофе «в кредит», не дожидаясь подтверждения платежа. Т.е. заказ перейдёт в статус `"preparing_started"`, а может и `"ready"`, вообще без события `"payment_approved"`. Вам может показаться, что это изменение является обратно-совместимым — в самом деле, вы же и не обещали никакого конкретного порядка событий. Но это, конечно, не так.

Предположим, что у разработчика (вероятно, бизнес-партнёра вашей компании) написан какой-то код, выполняющий какую-то полезную бизнес функцию поверх этих событий — например, строит аналитику по затратам и доходам. Вполне логично ожидать, что этот код будет оперировать какой-то машиной состояний, которая будет переходить в то или иное состояние в зависимости от получения или неполучения события. Аналитический код наверняка сломается вследствие изменения порядка событий. В лучшем случае разработчик увидит какие-то исключения и будет вынужден разбираться с причиной; в худшем случае партнёр будет оперировать неправильной статистикой неопределённое время, пока не найдёт в ней ошибку.

Правильным решением было бы во-первых, изначально задокументировать порядок событий и допустимые состояния; во-вторых, продолжать генерировать событие `"payment_approved"` перед `"preparing_started"` (если вы приняли решение исполнять такой заказ — значит, по сути, подтвердили платёж) и добавить расширенную информацию о платеже.

Этот пример подводит нас к ещё к одному правилу.

4. Продуктовая логика тоже должна быть обратно совместимой

Такие критичные вещи, как граф переходов между статусами, порядок событий и возможные причины тех или иных изменений — должны быть документированы. Далеко не все детали бизнес-логики можно выразить в форме контрактов на эндпойнты, а некоторые вещи нельзя выразить вовсе.

Представьте, что в один прекрасный день вы заводите специальный номер телефона, по которому клиент может позвонить в колл-центр и отменить заказ. Вы даже можете сделать это *технически* обратно-совместимым образом, добавив новых необязательных полей в сущность «заказ». Но конечный потребитель может просто *знать* нужный номер телефона, и позвонить по нему, даже если приложение его не показало. При этом код бизнес-аналитика партнёра всё так же может сломаться или начать показывать погоду на Марсе, т.к. он был написан когда-то, ничего не зная о возможности отменить заказ, сделанный в приложении партнёра, каким-то иным образом, не через самого партнёра же.

Технически корректным решением в данной ситуации могло бы быть добавление параметра «разрешено отменять через колл-центр» в функцию создания заказа — и, соответственно, запрет операторам колл-центра отменять заказы, если флаг не был указан при их создании. Но это в свою очередь плохое решение *с точки зрения продукта*. «Хорошее» решение здесь только одно — изначально предусмотреть возможность внешних отмен в API; если же вы её не предвидели — остаётся воспользоваться «блокнотом душевного спокойствия», речь о котором пойдёт в последней главе настоящего раздела.

Глава 15. Расширение через абстрагирование

В предыдущих разделах мы старались приводить теоретические правила и иллюстрировать их на практических примерах. Однако понимание принципов проектирования API, устойчивого к изменениям, как ничто другое требует прежде всего практики. Знание о том, куда стоит «постелить соломку» — оно во многом «сын ошибок трудных». Нельзя предусмотреть всего — но можно выработать необходимый уровень технической интуиции.

Поэтому в этом разделе мы поступим следующим образом: возьмём наш модельный API из предыдущего раздела, и проверим его на устойчивость в каждой возможной точке — проведём некоторый «вариационный анализ» наших интерфейсов. Ещё более конкретно — к каждой сущности мы подойдём с вопросом «что, если?» — что, если нам потребуется предоставить партнёрам возможность написать свою независимую реализацию этого фрагмента логики.

NB. В рассматриваемых нами примерах мы будем выстраивать интерфейсы так, чтобы связывание разных сущностей происходило динамически в реальном времени; на практике такие интеграции будут делаться на стороне сервера путём написания ad hoc кода и формирования конкретных договорённостей с конкретным клиентом, однако мы для целей обучения специально будем идти более сложным и абстрактным путём. Динамическое связывание в реальном времени применимо скорее к сложным программным конструктам типа API операционных систем или встраиваемых библиотек; приводить обучающие примеры на основе систем подобной сложности было бы, однако, чересчур затруднительно.

Начнём с базового интерфейса. Предположим, что мы пока что вообще не раскрывали никакой функциональности помимо поиска предложений и заказа, т.е. мы предоставляем API из двух методов — `POST /offers/search` и `POST /orders`.

Сделаем следующий логический шаг и предположим, что партнёры захотят динамически подключать к нашей платформе свои собственные кофемашины с каким-то новым API. Для этого нам будет необходимо договориться о формате обратного вызова, каким образом мы будем вызывать API партнёра, и предоставить два новых эндпойнта для:

- регистрации в системе новых типов API;

- загрузки списка кофемашин партнёра с указанием типа API.

Например, можно предоставить вот такие методы.

```
// 1. Зарегистрировать новый тип API
PUT /v1/api-types/{api_type}
{
  "order_execution_endpoint": {
    // Описание функции обратного вызова
  }
}
```

```
// 2. Предоставить список кофемашин с разбивкой
// по типу API
PUT /v1/partners/{partnerId}/coffee-machines
{
  "coffee_machines": [{
    "id",
    "api_type",
    "location",
    "supported_recipes"
  }, …]
}
```

Таким образом механика следующая:

- партнёр описывает свои виды API, кофемашины и поддерживаемые рецепты;
- при получении заказа, который необходимо выполнить на конкретной кофемашине, наш сервер обратится к функции обратного вызова, передав ей данные о заказе в оговорённом формате.

Теперь партнёры могут динамически подключать свои кофемашины и обрабатывать заказы. Займёмся теперь, однако, вот каким упражнением:

- перечислим все неявные предположения, которые мы допустили;
- перечислим все неявные механизмы связывания, которые необходимы для функционирования платформы.

Может показаться, что в нашем API нет ни того, ни другого, ведь он очень прост и по сути просто сводится к вызову какого-то HTTP-метода — но это неправда.

1. Предполагается, что каждая кофемашина поддерживает все возможные опции заказа (например, допустимый объём напитка).
2. Нет необходимости показывать пользователю какую-то дополнительную информацию о том, что заказ готовится на новых типах кофемашин.
3. Цена напитка не зависит ни от партнёра, ни от типа кофемашины.

Эти пункты мы выписали с одной целью: нам нужно понять, каким конкретно образом мы будем переводить неявные договорённости в явные, если нам это потребуется. Например, если разные кофемашины предоставляют разный объём функциональности — допустим, в каких-то кофейнях объём кофе фиксирован — что должно измениться в нашем API?

Универсальный паттерн внесения подобных изменений таков: мы должны рассмотреть существующий интерфейс как частный случай некоторого более общего, в котором значения некоторых параметров приняты известными по умолчанию, а потому опущены. Таким образом, внесение изменений всегда происходит в три шага.

1. Явная фиксация программного контракта *в том объёме, в котором она действует на текущий момент*.
2. Расширение функциональности: добавление нового метода, который позволяет обойти ограничение, зафиксированное в п. 1.
3. Объявление существующих вызовов (из п. 1) "хелперами" к новому формату (из п. 2), в которых значение новых опций считается равным значению по умолчанию.

На нашем примере с изменением списка доступных опций заказа мы должны поступить следующим образом.

1. Документируем текущее состояние. Все кофемашины, подключаемые по API, обязаны поддерживать три опции: посыпку корицей, изменение объёма и бесконтактную выдачу.

2. Добавляем новый метод `with-options`:

```
PUT /v1/partners/{partner_id}/coffee-machines-with-options
{
  "coffee_machines": [{
    "id",
    "api_type",
    "location",
    "supported_recipes",
    "supported_options": [
      {"type": "volume_change"}
    ]
  }, …]
}
```

3. Объявляем, что вызов `PUT /coffee-machines`, как он представлен сейчас в протоколе, эквивалентен вызову `PUT /coffee-machines-with-options`, если в последний передать три опции — посыпку корицей, изменение объёма и бесконтактную выдачу, — и, таким образом, является частным случаем — хелпером к более общему вызову.

Часто вместо добавления нового метода можно добавить просто необязательный параметр к существующему интерфейсу — в нашем случае, можно добавить необязательный параметр `options` к вызову `PUT /cofee-machines`.

NB. Когда мы говорим о фиксации договоренностей, действующих в настоящий момент — речь идёт о *внутренних* договорённостях. Мы должны были потребовать от партнёров поддерживать указанный список опций, когда обговаривали формат взаимодействия. Если же мы этого не сделали изначально, а потом решили зафиксировать договорённости в ходе расширения функциональности внешнего API — это очень серьёзная заявка на нарушение обратной совместимости, и так делать ни в коем случае не надо, см. главу 14.

Границы применимости

Хотя это упражнение выглядит весьма простым и универсальным, его использование возможно только при наличии хорошо продуманной архитектуры сущностей и, что ещё более важно, понятного вектора дальнейшего развития API. Представим, что через какое-то время к поддерживаемым опциям добавились новые — ну, скажем, добавление сиропа и второго шота эспрессо. Список опций расширить мы можем — а вот изменить соглашение по умолчанию уже нет. Через

некоторое время это приведёт к тому, что «дефолтный» интерфейс `PUT /coffee-machines` окажется никому не нужен, поскольку «дефолтный» список из трёх опций окажется не только редко востребованным, но и просто абсурдным — почему эти три, чем они лучше всех остальных? По сути значения по умолчанию и номенклатура старых методов начнут отражать исторические этапы развития нашего API, а это совершенно не то, чего мы хотели бы от номенклатуры хелперов и значений по умолчанию.

Увы, здесь мы сталкиваемся с плохо разрешимым противоречием: мы хотим, с одной стороны, чтобы разработчик писал лаконичный код, следовательно, должны предоставлять хорошие хелперные методы и значения по умолчанию. С другой, знать наперёд какими будут самые частотные наборы опций через несколько лет развития API — очень сложно.

NB. Замаскировать эту проблему можно так: в какой-то момент собрать все эти «странности» в одном месте и переопределить все значения по умолчанию скопом под одним параметром. Условно говоря, вызов одного метода, например, `POST /use-defaults {"version": "v2"}` переопределяет все значения по умолчанию на более разумные. Это упростит порог входа и уменьшит количество вопросов, но документация от этого станет выглядеть только хуже.

В реальной жизни как-то нивелировать проблему помогает лишь слабая связность объектов, речь о которой пойдёт в следующей главе.

Глава 16. Сильная связность и сопутствующие проблемы

Для демонстрации проблем сильной связности перейдём теперь к *действительно интересным* вещам. Продолжим наш «вариационный анализ»: что, если партнёры хотят не просто готовить кофе по стандартным рецептам, но и предлагать свои авторские напитки? Вопрос этот с подвохом: в том виде, как мы описали партнёрский API в предыдущей главе, факт существования партнёрской сети никак не отражён в нашем API с точки зрения продукта, предлагаемого пользователю, а потому представляет собой довольно простой кейс. Если же мы пытаемся предоставить не какую-то дополнительную возможность, а модифицировать саму базовую функциональность API, то мы быстро столкнёмся с проблемами совсем другого порядка.

Итак, добавим ещё один эндпойнт — для регистрации собственного рецепта партнёра.

```
// Добавляет новый рецепт
POST /v1/recipes
{
  "id",
  "product_properties": {
    "name",
    "description",
    "default_value"
    // Прочие параметры, описывающие
    // напиток для пользователя
    …
  }
}
```

На первый взгляд, вполне разумный и простой интерфейс, который явно декомпозируется согласно уровням абстракции. Попробуем теперь представить, что произойдёт в будущем — как дальнейшее развитие функциональности повлияет на этот интерфейс.

Первая проблема очевидна тем, кто внимательно читал главу 11: продуктовые данные должны быть локализованы. Это приведёт нас к первому изменению:

```
"product_properties": {
  // "l10n" – стандартное сокращение
  // для "localization"
  "l10n" : [{
    "language_code": "en",
    "country_code": "US",
    "name",
    "description"
  }, /* другие языки и страны */ … ]
]
```

И здесь возникает первый большой вопрос — а что делать с `default_volume`? С одной стороны, это объективная величина, выраженная в стандартизированных единицах измерения, и она используется для запуска программы на исполнение. С другой стороны, для таких стран, как США, мы будем обязаны указать объём не в виде «300 мл», а в виде «10 унций». Мы можем предложить одно из двух решений:

- либо партнёр указывает только числовой объём, а числовые представления мы сделаем сами;
- либо партнёр указывает и объём, и все его локализованные представления.

Первый вариант плох тем, что партнёр с помощью нашего API может как раз захотеть разработать сервис для какой-то новой страны или языка — и не сможет, пока локализация для этого региона не будет поддержана в самом API. Второй вариант плох тем, что сработает только для заранее заданных объёмов — заказать кофе произвольного объёма нельзя. И вот практически первым же действием мы сами загоняем себя в тупик.

Проблемами с локализацией, однако, недостатки дизайна этого API не заканчиваются. Следует задать себе вопрос — а *зачем* вообще здесь нужны `name` и `description`? Ведь это по сути просто строки, не имеющие никакой определённой семантики. На первый взгляд — чтобы возвращать их обратно из метода `/v1/search`, но ведь это тоже не ответ: а зачем эти строки возвращаются из `search`?

Корректный ответ — потому что существует некоторое представление, UI для выбора типа напитка. По-видимому, `name` и `description` — это просто два описания напитка, короткое (для показа в общем прейскуранте) и длинное (для показа расширенной информации о продукте). Получается, что мы

устанавливаем требования на API исходя из вполне конкретного дизайна. Но что, если партнёр сам делает UI для своего приложения? Мало того, что ему могут быть не нужны два описания, так мы по сути ещё и вводим его в заблуждение: `name` — это не «какое-то» название, оно предполагает некоторые ограничения. Во-первых, у него есть некоторая рекомендованная длина, оптимальная для конкретного UI; во-вторых, оно должно консистентно выглядеть в одном списке с другими напитками. В самом деле, будет очень странно смотреться, если среди «Капучино», «Лунго» и «Латте» вдруг появится «Бодрящая свежесть» или «Наш самый качественный кофе».

Эта проблема разворачивается и в другую сторону — UI (наш или партнёра) обязательно будет развиваться, в нём будут появляться новые элементы (картинка для кофе, его пищевая ценность, информация об аллергенах и так далее). `product_properties` со временем превратится в свалку из большого количества необязательных полей, и выяснить, задание каких из них приведёт к каким эффектам в каком приложении можно будет только методом проб и ошибок.

Проблемы, с которыми мы столкнулись — это проблемы *сильной связности*. Каждый раз, предлагая интерфейс, подобный вышеприведённому, мы фактически описываем имплементацию одной сущности (рецепта) через имплементации других (визуального макета, правил локализации). Этот подход противоречит самому принципу проектирования API «сверху вниз», поскольку **низкоуровневые сущности не должны определять высокоуровневые**.

Правило контекстов

Как бы парадоксально это ни звучало, обратное утверждение тоже верно: высокоуровневые сущности тоже не должны определять низкоуровневые. Это попросту не их ответственность. Выход из этого логического лабиринта таков: высокоуровневые сущности должны *определять контекст*, который другие объекты будут интерпретировать. Чтобы спроектировать добавление нового рецепта нам нужно не формат данных подобрать — нам нужно понять, какие (возможно, неявные, т.е. не представленные в виде API) контексты существуют в нашей предметной области.

Как уже понятно, существует контекст локализации. Есть какой-то набор языков и регионов, которые мы поддерживаем в нашем API, и есть требования — что конкретно необходимо предоставить партнёру, чтобы API заработал на новом языке в новом регионе. Конкретно в случае объёма кофе где-то в недрах нашего

API есть функция форматирования строк для отображения объёма напитка:

```
l10n.volume.format(value, language_code, country_code)
// l10n.formatVolume('300ml', 'en', 'UK') → '300 ml'
// l10n.formatVolume('300ml', 'en', 'US') → '10 fl oz'
```

Чтобы наш API корректно заработал с новым языком или регионом, партнёр должен или задать эту функцию, или указать, какую из существующих локализаций необходимо использовать. Для этого мы абстрагируем-и-расширяем API, в соответствии с описанной в предыдущей главе процедурой, и добавляем новый эндпойнт — настройки форматирования:

```
// Добавляем общее правило форматирования
// для русского языка
PUT /formatters/volume/ru
{
  "template": "{volume} мл"
}
// Добавляем частное правило форматирования
// для русского языка в регионе «США»
PUT /formatters/volume/ru/US
{
  // В США требуется сначала пересчитать
  // объём, потом добавить постфикс
  "value_preparation": {
    "action": "divide",
    "divisor": 30
  },
  "template": "{volume} ун."
}
```

NB: мы, разумеется, в курсе, что таким простым форматом локализации единиц измерения в реальной жизни обойтись невозможно, и необходимо либо положиться на существующие библиотеки, либо разработать сложный формат описания (учитывающий, например, падежи слов и необходимую точность округления), либо принимать правила форматирования в императивном виде (т.е. в виде кода функции). Пример выше приведён исключительно в учебных целях.

Вернёмся теперь к проблеме `name` и `description`. Для того, чтобы снизить связность в этом аспекте, нужно прежде всего формализовать (возможно, для нас самих, необязательно во внешнем API) понятие «макета». Мы требуем `name` и `description` не просто так в вакууме, а чтобы представить их во вполне конкретном UI. Этому конкретному UI можно дать идентификатор или значимое имя.

```
GET /v1/layouts/{layout_id}
{
  "id",
  // Макетов вполне возможно будет много разных,
  // поэтому имеет смысл сразу заложить
  // расширяемость
  "kind": "recipe_search",
  // Описываем каждое свойство рецепта,
  // которое должно быть задано для
  // корректной работы макета
  "properties": [{
    // Раз уж мы договорились, что `name`
    // на самом деле нужен как заголовок
    // в списке результатов поиска —
    // разумнее его так и назвать `seach_title`
    "field": "search_title",
    "view": {
      // Машиночитаемое описание того,
      // как будет показано поле
      "min_length": "5em",
      "max_length": "20em",
      "overflow": "ellipsis"
    }
  }, …],
  // Какие поля обязательны
  "required": ["search_title", "search_description"]
}
```

Таким образом, партнёр сможет сам решить, какой вариант ему предпочтителен. Можно задать необходимые поля для стандартного макета:

```
PUT /v1/recipes/{id}/properties/l10n/{lang}
{
  "search_title", "search_description"
}
```

Либо создать свой макет и задавать нужные для него поля:

```
POST /v1/layouts
{
  "properties"
}
→
{ "id", "properties" }
```

В конце концов, партнёр может отрисовывать UI самостоятельно и вообще не пользоваться этой техникой, не задавая ни макеты, ни поля.

Наш интерфейс добавления рецепта получит в итоге вот такой вид:

```
POST /v1/recipes
{ "id" }
→
{ "id" }
```

Этот вывод может показаться совершенно контринтуитивным, однако отсутствие полей у сущности «рецепт» говорит нам только о том, что сама по себе она не несёт никакой семантики и служит просто способом указания контекста привязки других сущностей. В реальном мире следовало бы, пожалуй, собрать эндпойнт-строитель, который может создавать сразу все нужные контексты одним запросом:

```
POST /v1/recipe-builder
{
  "id",
  // Задаём свойства рецепта
  "product_properties": {
    "default_volume",
    "l10n"
  },
  // Создаём необходимые макеты
  "layouts": [{
    "id", "kind", "properties"
  }],
  // Добавляем нужные форматтеры
  "formatters": {
    "volume": [
      { "language_code", "template" },
      { "language_code", "country_code", "template" }
    ]
  },
  // Прочие действия, которые необходимо
  // выполнить для корректного заведения
  // нового рецепта в системе
  …
}
```

Заметим, что передача идентификатора вновь создаваемой сущности клиентом — не лучший паттерн. Но раз уж мы с самого начала решили, что идентификаторы рецептов — не просто случайные наборы символов, а значимые строки, то нам теперь придётся с этим как-то жить. Очевидно, в такой ситуации мы рискуем многочисленными коллизиями между названиями рецептов разных партнёров, поэтому операцию, на самом деле, следует модифицировать: либо для партнёрских рецептов всегда пользоваться парой идентификаторов (партнёра и рецепта), либо ввести составные идентификаторы, как мы ранее рекомендовали в главе 11.

```
POST /v1/recipes/custom
{
  // Первая часть идентификатора:
  // например, в виде идентификатора клиента
  "namespace": "my-coffee-company",
  // Вторая часть идентификатора
  "id_component": "lungo-customato"
}
→
{
  "id": "my-coffee-company:lungo-customato"
}
```

Заметим, что в таком формате мы сразу закладываем важное допущение: различные партнёры могут иметь как полностью изолированные неймспейсы, так и разделять их. Более того, мы можем ввести специальные неймспейсы типа "common", которые позволят публиковать новые рецепты для всех. (Это, кстати говоря, хорошо ещё и тем, что такой API мы сможем использовать для организации нашей собственной панели управления контентом.)

Глава 17. Слабая связность

В предыдущей главе мы продемонстрировали, как разрыв сильной связности приводит к декомпозиции сущностей и схлопыванию публичных интерфейсов до минимума. Внимательный читатель может подметить, что этот приём уже был продемонстрирован в нашем учебном API гораздо раньше в главе 9 на примере сущностей «программа» и «запуск программы». В самом деле, мы могли бы обойтись без программ и без эндпойнта `program-matcher` и пойти вот таким путём:

```
GET /v1/recipes/{id}/run-data/{api_type}
→
{ /* описание способа запуска
     указанного рецепта на
     машинах с поддержкой
     указанного типа API */ }
```

Тогда разработчикам пришлось бы сделать примерно следующее для запуска приготовления кофе:

- выяснить тип API конкретной кофемашины;
- получить описание способа запуска программы выполнения рецепта на машине с API такого типа;
- в зависимости от типа API выполнить специфические команды запуска.

Очевидно, что такой интерфейс совершенно недопустим — просто потому, что в подавляющем большинстве случаев разработчикам совершенно неинтересно, какого рода API поддерживает та или иная кофемашина. Для того чтобы не допустить такого плохого интерфейса, мы ввели новую сущность «программа», которая по факту представляет собой не более чем просто идентификатор контекста, как и сущность «рецепт».

Аналогичным образом устроена и сущность `program_run_id`, идентификатор запуска программы. Он также по сути не имеет почти никакого интерфейса и состоит только из идентификатора запуска.

Вернёмся теперь к вопросу, который мы вскользь затронули в главе 15 — каким образом нам параметризовать приготовление заказа, если оно исполняется через сторонний API. Иными словами, что такое этот самый `program_execution_endpoint`, передавать который мы потребовали при регистрации нового типа API?

```
PUT /v1/api-types/{api_type}
{
    "order_execution_endpoint": {
        // ???
    }
}
```

Исходя из общей логики мы можем предположить, что любой API так или иначе будет выполнять три функции: запускать программы с указанными параметрами, возвращать текущий статус запуска и завершать (отменять) заказ. Самый очевидный подход к реализации такого API — просто потребовать от партнёра имплементировать вызов этих трёх функций удалённо, например следующим образом:

```
// Эндпойнт добавления списка
// кофемашин партнёра
PUT /v1/api-types/{api_type}
{
  "order_execution_endpoint":
    "program_run_endpoint": {
      /* Какое-то описание
          удалённого вызова эндпойнта */
      "type": "rpc",
      "endpoint": <URL>,
      "format"
    },
    "program_state_endpoint",
    "program_cancel_endpoint"
  }
}
```

NB: во многом таким образом мы переносим сложность разработки API в плоскость разработки форматов данных (каким образом мы будем передавать параметры запуска в `program_run_endpoint`, и в каком формате должен отвечать `program_state_endpoint`, но в рамках этой главы мы сфокусируемся на других вопросах.)

Хотя это API и кажется абсолютно универсальным, на его примере можно легко показать, каким образом изначально простые и понятные API превращаются в сложные и запутанные. У этого дизайна есть две основные проблемы.

1. Он хорошо описывает уже реализованные нами интеграции (т.е. в эту схему легко добавить поддержку известных нам типов API), но не привносит никакой гибкости в подход: по сути мы описали только известные нам способы интеграции, не попытавшись взглянуть на более общую картину.
2. Этот дизайн изначально основан на следующем принципе: любое приготовление заказа можно описать этими тремя императивными командами.

Пункт 2 очень легко опровергнуть, что автоматически вскроет проблемы пункта 1. Предположим для начала, что в ходе развития функциональности мы решили дать пользователю возможность изменять свой заказ уже после того, как он создан — ну, например, попросить посыпать кофе корицей или выдать заказ бесконтактно. Это автоматически влечёт за собой добавление нового эндпойнта, ну скажем, `program_modify_endpoint`, и новых сложностей в формате обмена данными (нам нужно уметь понимать в реальном времени, можно ли этот конкретный кофе посыпать корицей). Что важно, и то, и другое (и эндпойнт, и новые поля данных) из соображений обратной совместимости будут необязательными.

Теперь попытаемся придумать какой-нибудь пример реального мира, который не описывается нашими тремя императивами. Это довольно легко: допустим, мы подключим через наш API не кофейню, а вендинговый автомат. Это, с одной стороны, означает, что эндпойнт `modify` и вся его обвязка для этого типа API бесполезны — автомат не умеет посыпать кофе корицей, а требование бесконтактной выдачи попросту ничего не значит. С другой, автомат, в отличие от оперируемой людьми кофейни, требует программного способа *подтверждения выдачи* напитка: пользователь делает заказ, находясь где-то в другом месте, потом доходит до автомата и нажимает в приложении кнопку «выдать заказ». Мы могли бы, конечно, потребовать, чтобы пользователь создавал заказ автомату, стоя прямо перед ним, но это, в свою очередь, противоречит нашей изначальной

концепции, в которой пользователь выбирает и заказывает напиток, исходя из доступных опций, а потом идёт в указанную точку, чтобы его забрать.

Программная выдача напитка потребует добавления ещё одного эндпойнта, ну скажем, `program_takeout_endpoint`. И вот мы уже запутались в лесу из трёх эндпойнтов:

- для работы вендинговых автоматов нужно реализовать эндпойнт `program_takeout_endpoint`, но не нужно реализовывать `program_modify_endpoint`;
- для работы обычных кофеен нужно реализовать эндпойнт `program_modify_endpoint`, но не нужно реализовывать `program_takeout_endpoint`.

При этом в документации интерфейса мы опишем и тот, и другой эндпойнт. Как несложно заметить, интерфейс `takeout` весьма специфичен. Если посыпку корицей мы как-то скрыли за общим `modify`, то на вот такие операции типа подтверждения выдачи нам каждый раз придётся заводить новый метод с уникальным названием. Несложно представить себе, как через несколько итераций интерфейс превратится в свалку из визуально похожих методов, притом формально необязательных — но для подключения своего API нужно будет прочитать документацию каждого и разобраться в том, нужен ли он в конкретной ситуации или нет.

Мы не знаем, правда ли в реальном мире API кофемашин возникнет проблема, подобная описанной. Но мы можем сказать со всей уверенностью, что *всегда*, когда речь идёт об интеграции «железного» уровня, происходят именно те процессы, которые мы описали: меняется нижележащая технология, и вроде бы понятный и ясный API превращается в свалку из легаси-методов, половина из которых не несёт в себе никакого практического смысла в рамках конкретной интеграции. Если мы добавим к проблеме ещё и технический прогресс — представим, например, что со временем все кофейни станут автоматическими — то мы быстро придём к ситуации, когда половина методов *вообще не нужна*, как метод запроса бесконтактной выдачи напитка.

Заметим также, что мы невольно начали нарушать принцип изоляции уровней абстракции. На уровне API вендингового автомата вообще не существует понятия «бесконтактная выдача», это по сути продуктовый термин.

Каким же образом мы можем решить эту проблему? Одним из двух способов: или досконально изучить предметную область и тренды её развития на несколько лет вперёд, или перейти от сильной связности к слабой. Как выглядит идеальное решение с точки зрения обеих взаимодействующих сторон? Как-то так:

- вышестоящий API программ не знает, как устроен уровень исполнения его команд; он формулирует задание так, как понимает на своём уровне: сварить такой-то кофе такого-то объёма, с корицей, выдать такому-то пользователю;
- нижележащий API исполнения программ не заботится о том, какие ещё вокруг бывают API того же уровня; он трактует только ту часть задания, которая имеет для него смысл.

Если мы посмотрим на принципы, описанные в предыдущей главе, то обнаружим, что этот принцип мы уже формулировали: нам необходимо задать *информационный контекст* на каждом из уровней абстракции, и разработать механизм его трансляции. Более того, в общем виде он был сформулирован ещё в разделе «Потоки данных».

В нашем конкретном примере нам нужно имплементировать следующие механизмы:

- запуск программы создаёт контекст её исполнения, содержащий все существенные параметры;
- существует способ обмена информацией об изменении данных: исполнитель может читать контекст, узнавать о всех его изменениях и сообщать обратно о изменениях своего состояния.

Организовать и то, и другое можно разными способами, однако по сути мы имеем два описания состояния (верхне- и низкоуровневое) и поток событий между ними. В случае SDK эту идею можно было бы выразить так:

```
/* Имплементация партнёром интерфейса
   запуска программы на его кофемашинах */
registerProgramRunHandler(apiType, (context) => {
  // Инициализируем запуск исполнения
  // программы на стороне партнёра
  let execution = initExecution(context, …);
  // Подписываемся на события
  // изменения контекста
  context.on('takeout_requested', () => {
    // Если запрошена выдача напитка,
    // инициализируем выдачу
    execution.prepareTakeout(() => {
        // как только напиток готов к выдаче,
        // сигнализируем об этом
        execution.context.emit('takeout_ready');
    });
  });

  return execution.context;
});
```

NB: в случае HTTP API соответствующий пример будет выглядеть более громоздко, поскольку потребует создания отдельных эндпойнтов чтения очередей событий типа `GET /program-run/events` и `GET /partner/{id}/execution/events`, это упражнение мы оставляем читателю. Следует также отметить, что в реальных системах потоки событий часто направляют через внешнюю шину типа Apache Kafka или Amazon SNS/SQS.

Внимательный читатель может возразить нам, что фактически, если мы посмотрим на номенклатуру возникающих сущностей, мы ничего не изменили в постановке задачи, и даже усложнили её:

- вместо вызова метода `takeout` мы теперь генерируем пару событий `takeout_requested`/`takeout_ready`;
- вместо длинного списка методов, которые необходимо реализовать для интеграции API партнёра, появляются длинные списки полей сущности `context` и событий, которые она генерирует;
- проблема устаревания технологии не меняется, вместо устаревших методов мы теперь имеем устаревшие поля и события.

Это замечание совершенно верно. Изменение формата API само по себе не решает проблем, связанных с эволюцией функциональности и нижележащей технологии. Формат API решает другую проблему: как оставить при этом код читаемым и поддерживаемым. Почему в примере с интеграцией через методы код становится нечитаемым? Потому что обе стороны *вынуждены* имплементировать функциональность, которая в их контексте бессмысленна; и эта имплементация будет состоять из какого-то (хорошо если явного!) способа ответить, что данная функциональность не поддерживается (или, наоборот, поддерживается всегда и безусловно).

Разница между жёстким связыванием и слабым в данном случае состоит в том, что механизм полей и событий *не является обязывающим*. Вспомним, чего мы добивались:

- верхнеуровневый контекст не знает, как устроен низкоуровневый API — и он действительно не знает; он описывает те изменения, которые происходят *в нём самом* и реагирует только на те события, которые имеют смысл *для него самого*;
- низкоуровневый контекст не знает ничего об альтернативных реализациях — он обрабатывает только те события, которые имеют смысл на его уровне, и оповещает только о тех событиях, которые могут происходить в его конкретной реализации.

В пределе может вообще оказаться так, что обе стороны вообще ничего не знают друг о друге и никак не взаимодействуют — не исключаем, что на каком-то этапе развития технологии именно так и произойдёт.

Важно также отметить, что, хотя количество сущностей (полей, событий) эффективно удваивается по сравнению с сильно связанным API, это удвоение является качественным, а не количественным. Контекст `program` содержит описание задания в своих терминах (вид напитка, объём, посыпка корицей); контекст `execution` должен эти термины переформулировать для своей предметной области (чтобы быть, в свою очередь, таким же информационным контекстом для ещё более низкоуровневого API). Что важно, `execution`-контекст имеет право эти термины конкретизировать, поскольку его нижележащие объекты будут уже работать в рамках какого-то конкретного API, в то время как `program`-контекст обязан выражаться в общих терминах, применимых к любой возможной нижележащей технологии.

Ещё одним важным свойством слабой связности является то, что она позволяет сущности иметь несколько родительских контекстов. В обычных предметных областях такая ситуация выглядела бы ошибкой дизайна API, но в сложных системах, где присутствуют одновременно несколько агентов, влияющих на состояние системы, такая ситуация не является редкостью. В частности, вы почти наверняка столкнётесь с такого рода проблемами при разработке пользовательского UI. Более подробно о подобных двойных иерархиях мы расскажем в разделе, посвящённом разработке SDK.

Инверсия ответственности

Как несложно понять из вышесказанного, двусторонняя слабая связь означает существенное усложнение имплементации обоих уровней, что во многих ситуациях может оказаться излишним. Часто двустороннюю слабую связь можно без потери качества заменить на одностороннюю, а именно — разрешить нижележащей сущности вместо генерации событий напрямую вызывать методы из интерфейса более высокого уровня. Наш пример изменится примерно вот так:

```
/* Имплементация партнёром интерфейса
   запуска программы на его кофемашинах */
registerProgramRunHandler(apiType, (context) => {
  // Инициализируем запуск исполнения
  // программы на стороне партнёра
  let execution = initExecution(context, …);
  // Подписываемся на события
  // изменения контекста
  context.on('takeout_requested', () => {
    // Если запрошена выдача напитка,
    // инициализируем выдачу
    execution.prepareTakeout(() => {
      /* как только напиток готов к выдаче,
          сигнализируем об этом, но не
          посредством генерации события */
      // execution.context.emit('takeout_ready')
      context.set('takeout_ready');
      // Или ещё более жёстко:
      // context.setTakeoutReady();
    });
  });
  // Так как мы сами изменяем родительский контекст
  // нет нужды что-либо возвращать
  // return execution.context;
}
```

Вновь такое решение выглядит контринтуитивным, ведь мы снова вернулись к сильной связи двух уровней через жёстко определённые методы. Однако здесь есть важный момент: мы городим весь этот огород потому, что ожидаем появления альтернативных реализаций *нижележащего* уровня абстракции. Ситуации, когда появляются альтернативные реализации *вышележащего* уровня абстракции, конечно, возможны, но крайне редки. Обычно дерево альтернативных реализаций растёт сверху вниз.

Другой аспект заключается в том, что, хотя серьёзные изменения концепции возможны на любом из уровней абстракции, их вес принципиально разный:

- если меняется технический уровень, это не должно существенно влиять на продукт, а значит — на написанный партнёрами код;

- если меняется сам продукт, ну например мы начинаем продавать билеты на самолёт вместо приготовления кофе на заказ, сохранять обратную совместимость на промежуточных уровнях API *бесполезно*. Мы вполне можем продавать билеты на самолёт тем же самым API программ и контекстов, да только написанный партнёрами код всё равно надо будет полностью переписывать с нуля.

В конечном итоге это приводит к тому, что API вышележащих сущностей меняется медленнее и более последовательно по сравнению с API нижележащих уровней, а значит подобного рода «обратная» жёсткая связь зачастую вполне допустима и даже желательна исходя из соотношения «цена-качество».

NB: во многих современных системах используется подход с общим разделяемым состоянием приложения. Пожалуй, самый популярный пример такой системы — Redux. В парадигме Redux вышеприведённый код выглядел бы так:

```
execution.prepareTakeout(() => {
  // Вместо обращения к вышестоящей сущности
  // или генерации события на себе,
  // компонент обращается к глобальному
  // состоянию и вызывает действия над ним
  dispatch(takeoutReady());
});
```

Надо отметить, что такой подход *в принципе* не противоречит описанному принципу, но нарушает другой — изоляцию уровней абстракции, а поэтому плохо подходит для написания сложных API, в которых не гарантирована жёсткая иерархия компонентов. При этом использовать глобальный (или квази-глобальный) менеджер состояния в таких системах вполне возможно, но требуется имплементировать более сложную пропагацию сообщений по иерархии, а именно: подчинённый объект всегда вызывает методы только ближайшего вышестоящего объекта, а уже тот решает, как и каким образом этот вызов передать выше по иерархии.

```
execution.prepareTakeout(() => {
  // Вместо обращения к вышестоящей сущности
  // или генерации события на себе,
  // компонент обращается к вышестоящему
  // объекту
  context.dispatch(takeoutReady());
});
```

```
// Имплементация program.context.dispatch
ProgramContext.dispatch = (action) => {
  // program.context обращается к своему
  // вышестоящему объекту, или к глобальному
  // состоянию, если такого объекта нет
  globalContext.dispatch(
    // При этом сама суть действия
    // может и должна быть переформулирована
    // в терминах соответствующего уровня
    // абстракции
    this.generateAction(action)
  )
}
```

Проверим себя

Описав указанным выше образом взаимодействие со сторонними API, мы можем (и должны) теперь рассмотреть вопрос, совместимы ли эти интерфейсы с нашими собственными абстракциями, которые мы разработали в главе 9; иными словами, можно ли запустить исполнение такого заказа, оперируя не высокоуровневым, а низкоуровневым API.

Напомним, что мы предложили вот такие абстрактные интерфейсы для работы с произвольными типами API кофемашин:

- `POST /v1/program-matcher` возвращает идентификатор программы по идентификатору кофемашины и рецепта;
- `POST /v1/programs/{id}/run` запускает программу на исполнение.

Как легко убедиться, добиться совместимости с этими интерфейсами очень просто: для этого достаточно присвоить идентификатор `program_id` паре (тип API, рецепт), например, вернув его из метода `PUT /coffee-machines`:

```
PUT /v1/partners/{partnerId}/coffee-machines
{
  "coffee_machines": [{
    "id",
    "api_type",
    "location",
    "supported_recipes"
  }, …]
}
→
{
  "coffee_machines": [{
    "id",
    "recipes_programs": [
      {"recipe_id", "program_id"},
      …
    ]
  }, …]
}
```

И разработанный нами метод

```
POST /v1/programs/{id}/run
```

будет работать и с партнёрскими кофемашинами (читай, с третьим видом API).

Делегируй!

Из описанных выше принципов следует ещё один чрезвычайно важный вывод: выполнение реальной работы, то есть реализация каких-то конкретных действий (приготовление кофе, в нашем случае) должна быть делегирована низшим уровням иерархии абстракций. Если верхние уровни абстракции попробуют предписать конкретные алгоритмы исполнения, то, как мы увидели в примере с `order_execution_endpoint`, мы быстро придём к ситуации противоречивой

номенклатуры методов и протоколов взаимодействия, бóльшая часть которых в рамках конкретного «железа» не имеет смысла.

Напротив, применяя парадигму конкретизации контекста на каждом новом уровне абстракции мы рано или поздно спустимся вниз по кроличьей норе достаточно глубоко, чтобы конкретизировать было уже нечего: контекст однозначно соотносится с функциональностью, доступной для программного управления. И вот на этом уровне мы должны отказаться от дальнейшей детализации и непосредственно реализовать нужные алгоритмы. Важно отметить, что глубина абстрагирования будет различной для различных нижележащих платформ.

NB. В рамках главы 9 мы именно этот принцип и проиллюстрировали: в рамках API кофемашин первого типа нет нужды продолжать растить дерево абстракций, можно ограничиться запуском программ; в рамках API второго типа требуется дополнительный промежуточный контекст в виде рантаймов.

Глава 18. Интерфейсы как универсальный паттерн

Попробуем кратко суммировать написанное в трёх предыдущих главах.

1. Расширение функциональности API производится через абстрагирование: необходимо так переосмыслить номенклатуру сущностей, чтобы существующие методы стали частным (желательно — самым частотным) упрощённым случаем реализации.
2. Вышестоящие сущности должны при этом оставаться информационными контекстами для нижестоящих, т.е. не предписывать конкретное поведение, а только сообщать о своём состоянии и предоставлять функциональность для его изменения (прямую через соответствующие методы либо косвенную через получение определённых событий).
3. Конкретная функциональность, т.е. работа непосредственно с «железом», нижележащим API платформы, должна быть делегирована сущностям самого низкого уровня.

NB. В этих правилах нет ничего особенно нового: в них легко опознаются принципы архитектуры SOLID — что неудивительно, поскольку SOLID концентрируется на контрактно-ориентированном подходе к разработке, а API по определению и есть контракт. Мы лишь добавляем в эти принципы понятие уровней абстракции и информационных контекстов.

Остаётся, однако, неотвеченным вопрос о том, как изначально выстроить номенклатуру сущностей таким образом, чтобы расширение API не превращало её в мешанину из различных неконсистентных методов разных эпох. Впрочем, ответ на него довольно очевиден: чтобы при абстрагировании не возникало неловких ситуаций, подобно рассмотренному нами примеру с поддерживаемыми кофемашиной опциями, все сущности необходимо *изначально* рассматривать как частную реализацию некоторого более общего интерфейса, даже если никаких альтернативных реализаций в настоящий момент не предвидится.

Например, разрабатывая API эндпойнта `POST /search` мы должны были задать себе вопрос: а «результат поиска» — это абстракция над каким интерфейсом? Для этого нам нужно аккуратно декомпозировать эту сущность, чтобы понять, каким своим срезом она выступает во взаимодействии с какими объектами.

Тогда мы придём к пониманию, что результат поиска — это, на самом деле, композиция двух интерфейсов:

- при создании заказа из всего результата поиска необходимы поля, описывающие собственно заказ; это может быть структура вида:

  `{coffee_machine_id, recipe_id, volume, currency_code, price}`,

  либо мы можем закодировать все эти данные в одном `offer_id`;

- при отображении результата поиска в приложении нам важны другие поля — `name`, `description`, а также отформатированная и локализованная цена.

Таким образом, наш интерфейс (назовём его `ISearchResult`) — это композиция двух других интерфейсов: `IOrderParameters` (сущности, позволяющей сделать заказ) и `ISearchItemViewParameters` (некоторого абстрактного представления результатов поиска в UI). Подобное разделение должно автоматически подводить нас к ряду вопросов.

1. Каким образом мы будем связывать одно с другим? Очевидно, что эти два суб-интерфейса зависимы: например, отформатированная человекочитаемая цена должна совпадать с машиночитаемой. Это естественным образом подводит нас к концепции абстрагирования форматирования, описанной в главе 16.

2. А что такое, в свою очередь, «абстрактное представление результатов поиска в UI»? Есть ли у нас какие-то другие виды поисков, не является ли `ISearchItemViewParameters` сам наследником какого-либо другого интерфейса или композицией других интерфейсов?

Замена конкретных имплементаций интерфейсами позволяет не только точнее ответить на многие вопросы, которые должны были у вас возникнуть в ходе проектирования API, но и наметить множество возможных векторов развития API, что поможет избежать проблем с неконсистентностью API в ходе дальнейшей эволюции программного продукта.

Глава 19. Блокнот душевного покоя

Помимо вышеперечисленных абстрактных принципов хотелось бы также привести набор вполне конкретных рекомендаций по внесению изменений в существующий API с поддержанием обратной совместимости.

1. Помните о подводной части айсберга

То, что вы не давали формальных гарантий и обязательств, совершенно не означает, что эти неформальные гарантии и обязательства можно нарушать. Зачастую даже исправление ошибок в API может привести к неработоспособности чьего-то кода. Можно привести следующий пример из реальной жизни, с которым столкнулся автор этой книги:

- существовал некоторый API размещения кнопок в визуальном контейнере; по контракту оно принимало позицию размещаемой кнопки (отступы от углов контейнера) в качестве обязательного параметра;
- в реализации была допущена ошибка: если позицию не передать, то исключения не происходило — добавленные таким образом кнопки размещались в левом верхнем углу контейнера одна за другой;
- в день, когда ошибка была исправлена, в техническую поддержку пришло множество обращений от разработчиков, чей код перестал работать; как оказалось, клиенты использовали эту ошибку для того, чтобы последовательно размещать кнопки в левом верхнем углу контейнера.

Если исправления ошибок затрагивают реальных потребителей — вам ничего не остаётся кроме как продолжать эмулировать ошибочное поведение до следующего мажорного релиза. При разработке больших API с широким кругом потребителей такие ситуации встречаются сплошь и рядом — например, разработчики API операционных систем буквально вынуждены портировать старые баги в новые версии ОС.

2. Тестируйте формальные интерфейсы

Любое программное обеспечение должно тестироваться, и API не исключение. Однако здесь есть свои тонкости: поскольку API предоставляет формальные интерфейсы, тестироваться должны именно они. Это приводит к ошибкам нескольких видов.

1. Часто требования вида «функция `getEntity` возвращает значение, установленное вызовом функции `setEntity`» кажутся и разработчикам, и QA-инженерам самоочевидными и не проверяются. Между тем допустить ошибку в их реализации очень даже возможно, мы встречались с такими случаями на практике.
2. Принцип абстрагирования интерфейсов тоже необходимо проверять. В теории вы может быть и рассматриваете каждую сущность как конкретную имплементацию абстрактного интерфейса — но на практике может оказаться, что вы чего-то не учли и ваш абстрактный интерфейс на деле невозможен. Для целей тестирования очень желательно иметь пусть условную, но отличную от базовой реализацию каждого интерфейса.

3. Изолируйте зависимости

В случае, если API является гейтвеем, предоставляющим доступ к какому-то нижележащему API или агрегирующим несколько различных API за одним фасадом, велик соблазн предоставить оригинальный интерфейс as is, не внося в него изменений и не усложняя себя жизнь разработкой слабо связанного взаимодействия. Например, разрабатывая интерфейс для запуска программ, описанный в главе 9, мы могли бы взять за основу интерфейс кофемашин первого типа и предоставить его в виде API, проксируя запросы и ответы как есть. Делать так ни в коем случае нельзя по нескольким причинам:

- как правило, у вас нет никаких гарантий, что партнёр будет поддерживать свой API в обратно-совместимом или хотя бы концептуально похожем виде;
- любые проблемы партнёра будут автоматически отражаться на ваших клиентах.

Напротив, хорошей практикой будет изолировать использование API третьей стороны, т.е. разработать программную обвязку, которая позволит:

- сохранять обратную совместимость за счёт правильно подобранных точек расширения;
- нивелировать проблемы партнёра техническими средствами:

- ограничивать нагрузку на API партнёра в случае непредвиденного всплеска нагрузки на ваш API;
- реализовывать политики перезапросов и иных способов восстановления после ошибок;
- кэшировать какие-то критичные данные и состояния, чтобы иметь возможность предоставлять какую-то (хотя бы частичную) функциональность, даже если API партнёра недоступен полностью;
- наконец, настроить автоматическое переключение на другого партнёра или альтернативное API.

4. Реализуйте функциональность своего API поверх публичных интерфейсов

Часто можно увидеть антипаттерн: разработчики API используют внутренние непубличные реализации тех или иных методов взамен существующих в их API публичных. Это происходит по двум причинам:

- часто публичный API является лишь дополнением к более специализированному внутреннему ПО компании, и наработки, представленные в публичном API, не портируются обратно в непубличную часть проекта, или же разработчики публичного API попросту не знают о существовании аналогичных непубличных функций;
- в ходе развития API некоторые интерфейсы абстрагируются, но имплементация уже существующих интерфейсов при этом по разным причинам не затрагивается; например, можно представить себе, что при реализации интерфейса `PUT /formatters`, описанного в главе 16, разработчики сделали отдельную, более общую, версию функции форматирования объёма для пользовательских языков в API, но не переписали существующую функцию форматирования для известных языков поверх неё.

Помимо очевидных частных проблем, вытекающих из такого подхода (неконсистентность поведения разных функций в API, не найденные при тестировании ошибки), здесь есть и одна глобальная: легко может оказаться, что вашим API попросту невозможно будет пользоваться, если сделать хоть один «шаг в сторону» — попытка воспользоваться любой нестандартной функциональностью может привести к проблемам производительности, многочисленным ошибкам, нестабильной работе и так далее.

NB. Идеальным примером строгого избегания данного антипаттерна следует признать разработку компиляторов — в этой сфере принято компилировать новую версию компилятора при помощи его же предыдущей версии.

5. Заведите блокнот

Несмотря на все приёмы и принципы, изложенные в настоящем разделе, с большой вероятностью вы *ничего* не сможете сделать с накапливающейся неконсистентностью вашего API. Да, можно замедлить скорость накопления, предусмотреть какие-то проблемы заранее, заложить запасы устойчивости — но предугадать *всё* решительно невозможно. На этом этапе многие разработчики склонны принимать скоропалительные решения — т.е. выпускать новые минорные версии API с явным или неявным нарушением обратной совместимости в целях исправления ошибок дизайна.

Так делать мы крайне не рекомендуем — поскольку, напомним, API является помимо прочего и мультипликатором ваших ошибок. Что мы рекомендуем — так это завести блокнот душевного покоя, где вы будете записывать выученные уроки, которые потом нужно будет не забыть применить на практике при выпуске новой мажорной версии API.