ИКОНОМИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ВАРНА

КАТЕДРА „ИНФОРМАТИКА“

РЕФЕРАТ

по дисциплината

„Интернет технологии и комуникации“

на тема:

Облачни комуникационни модели в разпределена система за управление на поръчки

Докторант: Научен ръководител:

Йордан Йорданов доц. д-р Павел Петров

Варна, 2022

Съдържание

Списък на съкращенията

REST	Representational State Transfer
GRPC	Google Remote Procedure Call
API	Application Programming Interface
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
CNCF	Cloud Native Computing Foundation
WWW	World Wide Web
JSON	JavaScript Object Notation
IDL	Interface Definition Language
SOA	Service-oriented architecture
MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions
URI	Uniform Resource Identifier
CRUD	Create, Read, Update, Delete

Въведение

Комуникационните технологии са от важно значение за много широкомащабни уеб приложения, в частност системи за електронна търговия или управление на поръчки. Те са част от световната мрежа, която сама по себе си представлява разпределена система от взаимосвързани ресурси.

Актуалността на изследваната тема се обуславя от тенденцията облачните технологии да се превръщат в инструменти за стратегическа трансформация и дигитализация на бизнеса. Облачните платформи позволяват реализиране на иновативни идеи. Тези предимства поставят компаниите една стъпка пред конкурентите.

Обект на изследване в настоящия реферат е разпределена информационна система, базирана на микроуслуги, работеща върху множество процеси и сървъри (хостове). Всяка услуга се изпълнява в отделен процес като контейнер, разположен в клъстер от виртуални машини. Приложенията взаимодействат помежду си с помощта на протоколи за комуникация като TCP, HTTP, AMQP в зависимост от естеството на работа. Инфраструктурата е разгърната в облачната платформа Azure и се управлява от инструмент за оркестрация Kubernetes.

Целта на реферата е да представи информационното взаимодействие между подсистемите за управление, които осъществяват връзка чрез технологии за изпращане и получаване на данни.

Основни насоки, които са поставени:

- да се разгледат актуалните комуникационни модели, които интегрират отделните части на софтуерният продукт;

- да се предложат основни принципи и добри практики при изграждането на облачно базираните приложения;

Основната теза на изследването е свързана с внедряването на бизнес процеси „от край до край“, като същевременно се поддържа последователност и съгласуваност в компонентите на системата. Архитектурата трябва да поддържа важни нефункционални изисквания като: висока степен на достъпност[1], разширяване на мащаба[2] при увеличаващ се потребителски трафик и други.

Клиент и услугите могат да използват различни видове комуникация, насочени към постигането на различни цели. Може да разграничим два основни типа, които се използват между компонентите на системата: синхронна и асинхронна.

1. Синхронна комуникация

Уеб услугите са интерфейси, които са предназначени за комуникация между машини, за разлика от уеб сайтовете, които са насочени към взаимодействието с хората и се достъпват през браузър. Уеб услугите могат да обслужват различни видове клиенти, като мобилни, базирани в потребителския браузър или други сървърни услуги.

В синхрония подход клиентът изпраща HTTP[3] заявка към услуга, която я обработва и връща обратно HTTP отговор. Клиентският код може да продължи своята задача само след получаване на отговор. Заявката и отговора имат обща структура:

- Начален ред, описващ текущия HTTP метод, адрес, статус и протокол;

[1] висока степен на достъпност - компонент на технологична система, която елиминира единични точки на повреда, за да осигури непрекъснати операции или време на работа за продължителен период.

[2] мащабируемост - способността на система, мрежа или процес да поддържа увеличаващ се обем на работа.

[3] Протоколът за прехвърляне на хипертекст (HTTP) е мрежов протокол, от приложния слой на OSI модела, за пренос на информация. Използва TCP/IP .

- Заглавни редове (*headers*) – дават възможност на клиента и сървъра да предадат допълнителна информация;

- Метаданни за двата HTTP компонента;

- Тяло, съдържащо данни, свързани със заявката или отговора;

Фигура 1.1 илюстрира примерна HTTP заявка/отговор:

```
GET /html/rfc1945 HTTP/1.1
Host: tools.ietf.org
User-Agent: Mozilla/5.0 (Ubuntu; X11; Linux x86_64; rv:9.0.1) Gecko/20100101
     Firefox/9.0.1
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,*/*;q=0.8
Accept-Language: de-de,de;q=0.8,en-us;q=0.5,en;q=0.3
Accept-Encoding: gzip, deflate
Accept-Charset: ISO-8859-1,utf-8;q=0.7,*;q=0.7
Connection: keep-alive
If-Modified-Since: Sun, 13 Nov 2011 21:13:51 GMT
If-None-Match: "182a7f0-2aac0-4b1a43b17a1c0;4b6bc4bba3192"
Cache-Control: max-age=0

HTTP/1.1 304 Not Modified
Date: Tue, 17 Jan 2012 17:02:44 GMT
Server: Apache/2.2.21 (Debian)
Connection: Keep-Alive
Keep-Alive: timeout=5, max=99
Etag: "182a7f0-2aac0-4b1a43b17a1c0;4b6bc4bba3192"
Content-Location: rfc1945.html
Vary: negotiate,Accept-Encoding
```

Фигура 1.1: Примерна HTTP заявка/отговор

1.1 Механизъм за трансфер на репрезентативно състояние

Representational State Transfer представлява софтуерна архитектура за проектиране на уеб услуги, която обхваща основите на световна мрежа. Представен е през 2000г. като част от дисертацията на Рой Т. Филдинг. Продуктите, използващи REST са базирани на хипермедия. Той е независим от протоколите на приложния слой, като концептуалните идеи зад него са взети от HTTP и основавани на WWW.

Основно предимство на REST е, че той използва отворени стандарти и не обвързва внедряването на API или клиентските приложения с конкретна реализация.

REST API са проектирани около ресурси/бизнес обектите. В системата за управление това са потребители и поръчки. Създаването на поръчка може да се постигне чрез изпращане на HTTP POST заявка, която съдържа определена информацията. HTTP отговорът показва дали поръчката е създадена успешно или не. Ресурсът не винаги се основава на един елемент от физически данни. Например, ресурсът за поръчка се внедрява вътрешно от няколко таблици в релационна база данни, но представен като едно цяло.

REST е стил за моделиране на обекти и операциите, които приложението изпълнява върху тях. Ресурсите често се групират в колекции. Колекцията е отделен ресурс и притежава собствен идентификатор. Добра практика е URI да се организират в йерархия като например: *https://manager.com/orders* връща колекцията от поръчки. Всеки елемент в колекцията има свой собствен уникален идентификатор, като този за конкретна клиентска поръчка може да бъде *https://manager.com/orders/eu.123123.231.* Представянето на връзките между различните видове ресурси, като например доставки за поръчка: *https://manager.com/orders/eu.123123.231/deliveries*. Важно да отбележим, че това ниво на сложност може да бъде трудно за поддържане ако връзките между ресурсите се променят в бъдеще.

HTTP протоколът дефинира редица методи, показани в таблица 1.1, които осигуряват различна семантика, когато се прилагат към ресурс:

Метод	Описание
GET	Най-разпространеният метод. Използва се за извличане на репрезентации на ресурси. Информацията се съдържа в отговора.
HEAD	Подобен на GET, но без обект в отговора.
PUT	Заменя ресурса в посочения URI. Тялото на заявката описва ресурса, който трябва да бъде актуализиран.
DELETE	Премахва ресурса в посочения URI.
POST	Създава нов ресурс. Тялото на заявката предоставя подробности за новия ресурс.
OPTIONS	Предоставя мета данни за ресурс.
PATCH	Извършва частична актуализация на ресурс.

Таблица 1.1: Методи на протокола HTTP 1.1.

Ефектът от конкретна заявка зависи от това дали ресурсът е колекция или отделен елемент. Следващата таблица обобщава общите конвенции, приети от повечето RESTful реализации, използвайки примера за управление на поръчки.

Ресурс	GET	POST	PUT	DELETE
/orders	Извлича всички поръчки.	Създава нова поръчка.	Общо актуализиране на поръчките.	Премахва всички поръчки.
/orders/1	Извлича подробности за поръчка 1.		Актуализира данните за поръчка 1, ако съществува.	Премахва поръчка 1.
/orders/1/ deliveries	Извлича доставките за поръчка 1.	Създава нова доставка за поръчка 1.	Общо актуализиране на доставките за поръчка 1.	Премахва всички доставки за поръчка 1.

Таблица 1.2: Общи REST конвенции.

В HTTP протокола форматите се определят чрез използване на типове медии, наричани още MIME. За недвоични данни, повечето уеб API поддържат JSON (application/json) или XML (application/xml) като формат за обмен. Те се използват за сбитото представяне на структурирани данни. Например, заявка към посочения по-горе URI за детайли на поръчка, ще върне отговор:

```
{
    "orderId":eu.123123.231,
    "orderValue":99.90,
    "productId":1
}
```

Сървърът информира клиента за резултата от заявка чрез използване на предварително зададени “кодове на състоянието”. Класовете кодове са представени в таблица 1.3.

Статус код	Тип	Описание	Пример
1xx	Информационен	Изпращат се с подготвителна цел	100 Continue
2xx	Успех	Заявката обработена успешно.	200 OK
3xx	Пренасочване	Клиентът трябва да изпрати допълнителни заявка.	303 See Othe
4xx	Грешки в клиента	Резултат от грешна заявка, причинена от клиента	404 Not Found
5xx	Грешка в сървъра	грешка от страна на сървъра	503 Service Unavailable

Таблица 1.3: Таблица с диапазоните на кодовете на HTTP

REST е най-подходящ за CRUD-базираните операции. Клиентите взаимодействат със сървъра през HTTP. REST е широко разпространен и е поддържан от повечето работни рамки като ASP.NET, Symfony, Spring, Node.js и други.

1.2 Механизъм за заявки към отдалечени процедури

gRPC е високопроизводителна рамка, която позволява дистанционно извикване на процедури (RPC). На ниво приложение, gRPC рационализира съобщенията между клиенти и бек-енд услуги. Произхождащ от Google, това е проект с отворен код и част от Cloud Native Computing Foundation.

Клиентско gRPC приложение създава локална функция в уеб услуга, която реализира бизнес операция. Тази локална функция извиква друга функция на отдалечена машина.

В приложенията, базирани на облак, разработчиците често работят на различни езици за програмиране, рамки и технологии. gRPC осигурява „хоризонтален слой“, който помага за съвместимостта между компонентите.

gRPC използва HTTP/2 като транспортен протокол, който разполага с много разширени възможности:

- Двоичен протокол за транспортиране на данни, за разлика от HTTP1.1, който е текстов.
- Позволяващо заявки и отговори за асинхронно предаване на голям набор от данни (масиви)

Механизмът е базиран на технология с отворен код, наречена Protocol Buffers. Файловете **.proto** осигуряват висока ефективност и платформено-неутрален формат за структуриране на съобщения. Използвайки междуплатформен език за дефиниране на интерфейс (IDL), разработчиците дефинират “договор” за всяка микроуслуга. Договорът, реализиран като текстов .proto файл, описва методи, входове и изходи.

Използвайки прото файла, компилаторът може да генерира както клиентски, така и сървърен код за целевата платформа.

Кодът включва следните компоненти:

• Строго обособени обекти, споделени от клиента и услугата, които представляват елементи от съобщението;

• Базов клас, който отдалечената gRPC услуга може да наследява;

Може да разгледаме следния пример за **order_delivery.proto**.

```
syntax = "proto3"; // версия на синтаксиса

option csharp_namespace = "Manager.Protos";

package order_delivery; // идентификатор на пакета

import "google/protobuf/wrappers.proto";

service OrdersDeliveries {
  rpc GetOrder (GetOrderRequest) returns (NullableOrder);
 // метод за извикване
}

message GetOrderRequest { // формат на съобщението
  google.protobuf.StringValue order_nr = 1;
}

message Order { // формат на отговора
  google.protobuf.StringValue order_nr = 1;
}
```

Фигура 1.2: Protobuf файл за интегриране на микроуслугата за поръчки.

По време на изпълнение всяко съобщение се сериализира като стандартно представяне на Protobuf и се обменя между клиента и отдалечената услуга. За разлика от JSON или XML, съобщенията на Protobuf се сериализират като компилирани двоични байтове.

1.3 Сравнение на двата стила за реализация

Следната таблица сравнява различните архитектурни видове:

	REST	gRPC
организиран	Към ресурси	Към локално извикване на процедури
формат	JSON, XML, Text, HTML	Protobuf
случай на употреба	Публични API; Насочени към мобилни и уеб клиенти; Управлявани от данни;	Вътрешни API; Високо-производителна комуникация м/у услуги; Ориентирани към команди и действия

Таблица 1.4: Таблица, описваща разликите между REST и gRPC

Всички услуги, осъществяващи синхронна комуникация, имат зависимости една към друга. Създава се тясна връзка между различните компоненти, което нарушава една от предпоставките за използване на такъв вид архитектура. Всеки път, когато бъде добавена нова услуга и тя трябва да бъде актуализирана за нещо, което се случва в системата, ще трябва да се направят промени в кода, за да бъде извикана. Така добавянето на нови зависимости става все по-трудно. С течение на времето системата може да бъде натоварена на места, които не са предвидени в началото.

Някои от недостатъците при използването на синхронната комуникация биват решени в следващата точка, която разглежда асинхронния подход.

2. Асинхронна комуникация

Важен момент при изграждането на ориентираната към услуги архитектура е интеграцията помежду им. Комуникацията между подсистемите трябва да е сведена до минимум. Целта на всяка една от тях е да бъде автономна и достъпна за потребителя, дори ако другите, които са част от приложението, не работят. В случай, когато трябва да се извърши повикване от една микроуслуга към друга (като изпълнение на HTTP заявка за получаване на данни), за да може да се предостави HTTP отговор, описва архитектура, която няма да бъде устойчива, когато някоя от частите се срине. Освен това, създаването на вериги от заявки/отговори, намалява значително производителността на цялото приложение.

2.1 Базирана на съобщения комуникация

Асинхронните съобщения и управляваната от събития комуникация са от критично значение при разпространението на промените в множество микроуслуги и свързаните с тях домейн модели. Когато настъпят промени, системата се нуждае от начин за съгласуване им в различните модели. Решението е евентуална последователност и комуникация, управлявана от събития, базирана на асинхронни съобщения.

Клиент прави заявка към услуга, като й изпраща съобщение. Тъй като това е асинхронна комуникация, клиентът приема, че отговорът няма да бъде получен веднага или че няма да има отговор. Съобщението се състои от заглавие (метаданни като информация за идентификация) и тяло. Съобщенията се изпращат чрез асинхронни протоколи като AMQP. Част от предпочитаната инфраструктура за този тип е брокер на съобщения, който е различен от тези, използвани в SOA. В опростен вариант, той действа като шина.

Налични са различни брокери на съобщения като всеки един има низ за връзка и потребителски достъп. Реалната част на процеса се състои в крайните точки, които публикуват и получават съобщения, тоест в микроуслугите. Важно правило, което системата за управление се опитва да спазва, доколкото е възможно, е да използва само асинхронни съобщения между вътрешните услуги, а синхронна комуникация: само от клиентските приложения към API Gateway.

Когато се използва асинхронна комуникация, управлявана от събития микроуслуга публикува интеграционно съобщение, задействащо се когато нещо се случи в нейния домейн и друга микроуслуга трябва да получи информация за това. Пример е промяна на цената в микроуслуга от продуктов каталог. Микроуслугите се абонират за събитията, за да могат да ги получават асинхронно. Когато това се случи, получателите могат да актуализират собствените си обекти. Тази система за публикуване/абониране се реализира чрез по-горе споменатия брокер.

2.2 Съгласуваност между услугите

Високата степен на наличност и толерантност към частични проблеми не могат да бъдат гарантирани на 100% в разпределените системи. От гледна точка на широкомащабните уеб архитектури, това е от важно значение за съхранението в услугите, тъй като тези компоненти запазват текущите състояния на приложението.

Условието при внедряване на бизнес процеси от край до край, е същевременно да се поддържа последователност в услугите. Важни изисквания за последователността са:

- Нито една услуга не трябва да включва таблици/хранилища за данни от друга и не трябва да извиква директни заявки към тях;

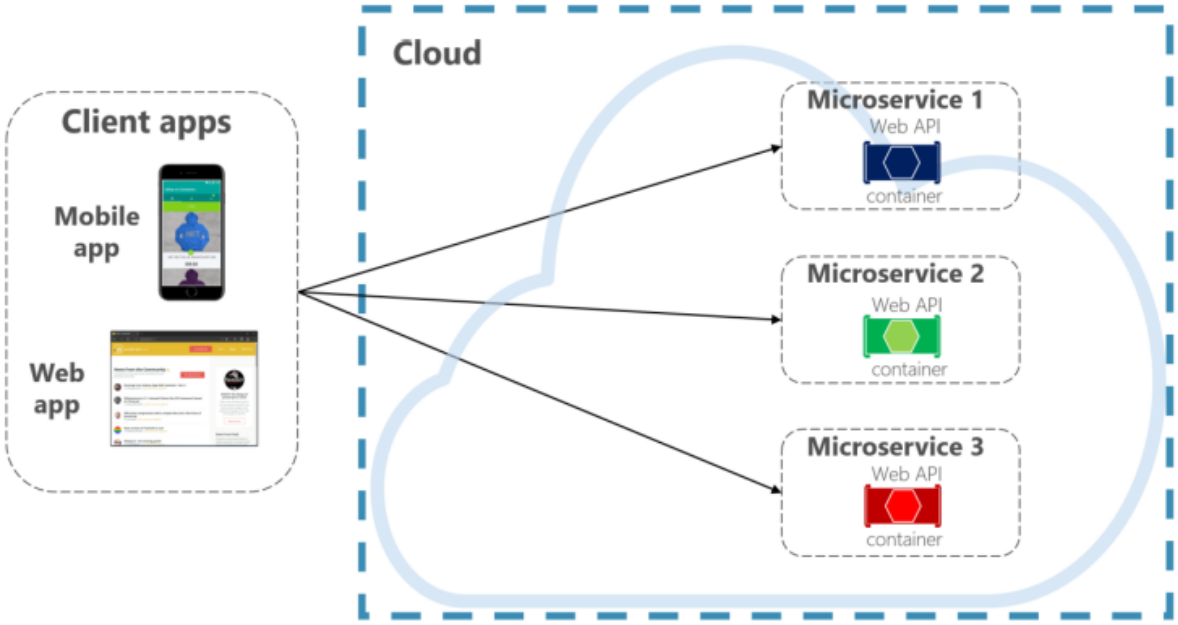
- Предизвикателство при възникване на частична повреда – колкото по-свързани са частите на системата, толкова по-голям проблем.

3. Комуникационни модели за достъп до бекенда

В облачната система, мобилните и уеб клиенти изискват комуникационни канали за взаимодействие с микроуслугите. Съществуват два архитектурни подхода, описани в следващите две подточки.

3.1 Директна комуникация на клиент с микроуслуга

За да бъдат нещата опростени, клиент от „предния край“ може да комуникира директно с микроуслугите. Следната фигура показва този вариант:



Фигура 2.1: Директна комуникация между клиента и услугата

Този подход се използва, когато различни части от страницата на клиента изискват различни микроуслуги. Всяка микроуслуга има публична крайна точка, която е достъпна от клиентските приложения. Макар и лесна за изпълнение, директната комуникация с клиента би била приемлива само за прости микросервизни приложения. Този модел свързва тясно клиентите

от предния край с основните бек-енд услуги, което води до редица проблеми, включително:

- Микроуслугите трябва да бъдат изложени на „външния свят“;
- Междусекторни проблеми като удостоверяване и оторизация;
- Сложен клиентски код - клиентите трябва да следят множество крайни точки и да се справят с възможни неуспехи;

3.2 Използване на шлюз за приложните интерфейси

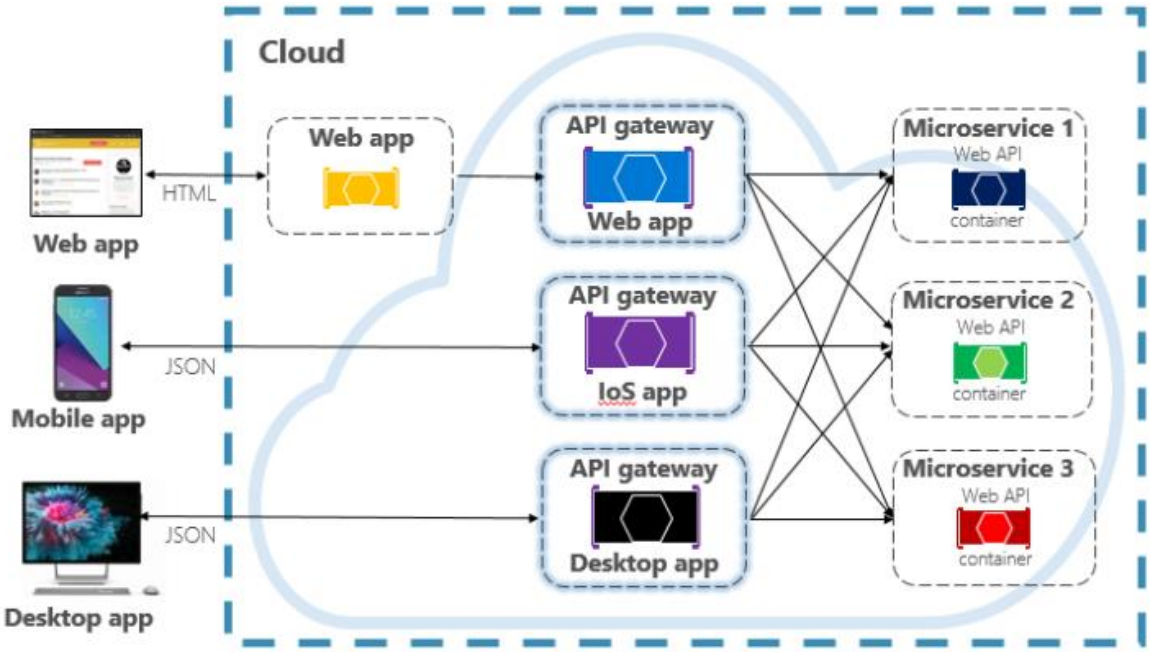
Като надграждане на първия модел за проектиране, облачната инфраструктура позволява да се внедри **API Gateway**. Тя предоставя единична точка за група микроуслуги. Наподобява модела за дизайн: „фасадата“[4]. Известен е също като „**backend for frontend**“. Изгражда се за конкретните нужди на клиента. Действа като пълномощник между клиентите и микроуслугите. Може да осигури удостоверяване, кеширане или други. Azure предоставя няколко готови продукта:

- Azure Application Gateway - насочен към .NET, работещ с архитектура, ориентирана към микро услуги, предоставящ унифицирана входна точка към системата. Услугата поддържа възможности за балансиране на натоварването[5];
- Azure API Management - шлюз, който позволява контролиран достъп до бек-енд услуги, базиран на конфигурируеми правила. Предоставя уеб портал на разработчиците, които модат да го използват за инспектиране на услугите и анализиране на тяхното натоварване.

Шаблонът е показан на следната фигура:

[4] Шаблонът “фасада” е софтуерен модел, често използван в обектно-ориентирано програмиране, който служи като интерфейс, обхващащ по-сложен структурен код.

[5] Layer 7 Load Balancing, 2022,<https://www.nginx.com/resources/glossary/layer-7-load-balancing/>



Фигура 2.2: Комуникация чрез шлюз за приложните програмни интерфейси

API шлюзът може да се превърне в “анти-модел“ като монолитно приложение, съдържащо твърде много крайни точки, обединяващо всички микроуслуги. API шлюзовете трябва да бъдат разделен от логически групи въз основа на бизнес ограничения. Протоколи за пренос на данни могат да бъдат HTTP или gRPC.

4. Препоръки при проектиране

Примери и указания на водещи експерти[6] от общността, предоставят основни правила за проектиране и разработка, които системата за управление следва:

- Уеб заявките натоварват уеб сървъра. Колкото повече заявки се обработват, толкова повече изчисления се извършват в облака. Това се отразява на ценообразуването;
- REST е най-подходящ при изпълнение на операции като създаване, четене, актуализиране и изтриване. Това са четирите основни действия на съхранение;
- Ако не е възможно да се следва REST модела, препоръчителни технологии са ODATA или GraphQL. Те определят набор от практики (стандартизирани са), фокусирани върху бизнес логиката. Дават мощни механизми за заявки, поддържащи готови за използване инструменти;
- Ако API е насочено за кратки действия между под-услуги, най-подходят стил е gRPC;
- Бизнес или клиентски ограничения: ако клиентът очаква REST, не може да ползваме RPC;
- Технологични ограничения като: надеждна и защитена мрежа, нулева латентност, администриране и др;
- Избягват се зависимости между API и основните източници на данни. Например, ако данните за определена функционалност се съхраняват в релационна база данни, не е нужно уеб API да разкрие всяка таблица като колекция от ресурси;

[6] Understanding the 8 Fallacies of Distributed Systems, 2018, <https://dzone.com/articles/understanding-the-8-fallacies-of-distributed-syste>

Заключение

Резюмето се фокусира върху важен аспект на ориентираната към услуги архитектурата и се основава на система за управление на поръчки. Базирана в облачната платформа Azure, информационата система постига по-добра организация на търговските процеси, по-висока степен на дигитализация на дейностите.

В първа глава на реферата разгледахме опциите за синхронна комуникация. Добре поддържани технологии в ASP.NET Core са REST и gRPC. Въпреки че това работи за по-големи системи, наличието само на синхронни повиквания налага редица ограничения.

Във втора глава, представихме асинхронната комуникация като подходящ метод за комуникация между услуги. Пример за нея бе даден с интеграционните събития, които се използват за актуализиране и съгласуваност между отделните компоненти.

В третата част се разглежда достъпа на мобилни или базирани в браузърът на клиента, приложения до инфраструктурата на бекенда.

Четвъртата глава представя лично становище с няколко препоръки/изводи към процеса на проектиране/разработка.

Използвана литература

1. Robert Vettor, (2021) *Architecting Cloud-Native .NET Apps for Azure*. Microsoft. Redmond, Washington.
2. Steve Smith, (2021) *Architecting Modern Web Applications with ASP.NET Core and Azure*. Microsoft. Redmond, Washington.
3. Benjamin Erb, (2012) *Concurrent Programming for Scalable Web Architectures*. Engineering and Computer Science Ulm University.
4. С. Сълова, Л. Тодоранова, (2018) *Интернет технологии*. Икономически университет - Варна.
5. Н. Филипова, С. Парушева, Я. Александрова, (2017) *Основи на информационните системи*. Икономически университет – Варна.
6. С. Сълова, Ю. Василев, Т. Атанасова. (2011) *Изследване на бизнес интелигентните системи за малки и средни предприятия*. Икономически университет – Варна.