

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.716
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2019 Issue: 12 Volume: 80

Published: 23.12.2019 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



Vadim Andreevich Kozhevnikov

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
Senior Lecturer
vadim.kozhevnikov@gmail.com

Evgeniya Sergeevna Pankratova

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
student
jane_koks@mail.ru

DEVELOPMENT OF A TOOL FOR INTERPRETATION OF LABARATORY ANALYSIS RESULTS

Abstract: This article is about the topic of the application of information technologies in the medical sphere, namely, the interpretation of laboratory analysis results using bots in Telegram and Facebook Messenger. The article describes using of medical standard for storing patient data like FHIR. The architecture of the entire service is also highlighted in the article, specifically, what external services are used and how.

Key words: Telegram, Facebook Messenger, FHIR, chat-bot, payments, analysis.

Language: Russian

Citation: Kozhevnikov, V. A., & Pankratova, E. S. (2019). Development of a tool for interpretation of laboratory analysis results. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 12 (80), 301-313.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-12-80-60> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2019.12.80.60>

Scopus ASCC: 1710.

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗОВ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Аннотация: Данная статья посвящена теме применения информационных технологий в медицинской сфере, а именно, интерпретация результатов анализов лабораторных исследований с помощью ботов в Telegram и Facebook Messenger. В статье рассказывается о таком медицинском стандарте хранения данных о пациентах, как FHIR. Также освещается архитектура всего сервиса, какие внешние сервисы используются и каким образом.

Ключевые слова: Telegram, Facebook Messenger, FHIR, чат-боты, оплата, анализы.

Введение

Мы живем в 21 веке, и сейчас все больше и больше люди заинтересованы в развитии информационных технологий во всех сферах нашей жизни. Кроме этого, у населения растет заинтересованность в собственном здоровье, все чаще можно увидеть в социальных сетях призывы вести здоровый образ жизни. А что, если можно было бы совместить информационные технологии и внимание к своему здоровью и получить нечто, приложение, которое позволить следить за

различными показателями человеческого организма и распознать критическое состояние.

Данная работа посвящена разработке помощника, бота, который позволит пользователю получить интерпретацию любого сданного им анализа и различные рекомендации, которые помогут не упустить время и вовремя сходить к тому или иному врачу и получить специализированную помощь.

Боты - новая ниша в разработке

Почему же выбран бот? Чатбот – это результат взаимодействия человека с искусственным

Impact Factor:

ISRA (India)	= 4.971	SIS (USA)	= 0.912	ICV (Poland)	= 6.630
ISI (Dubai, UAE)	= 0.829	ПИИЦ (Russia)	= 0.126	PIF (India)	= 1.940
GIF (Australia)	= 0.564	ESJI (KZ)	= 8.716	IBI (India)	= 4.260
JIF	= 1.500	SJIF (Morocco)	= 5.667	OAJI (USA)	= 0.350

интеллектом: робот, который автоматически отвечает на сообщения, введенные пользователем в чате. Чатботы могут использоваться для множества целей: от выполнения повседневных задач до развлечений, а размещают их в мессенджерах и социальных сетях, – Facebook Messenger, Telegram, «ВКонтакте», Slack и т.д., но чаще всего именно на первых двух платформах.

Чатботы делают жизнь людей намного проще, – заказать пиццу или такси, забронировать билеты или купить платье, можно теперь не выходя из мессенджера [1].

Их использование, с одной стороны, полезно для клиентов, так как они могут получить необходимую информацию или совершать какие-либо действия более простым и удобным способом, и, с другой стороны, это выгодно для компаний, которые с помощью чат-ботов могут продвинуть свой бизнес, собрать от целевой аудитории необходимые сведения и повысить ее лояльность.

Об эффективности использования чат-ботов [рассказывал Марк Цукерберг](#) на конференции F8 в 2016 году, – на его взгляд, они существенно сокращают время обслуживания клиентов и являются одним из самых актуальных трендов на сегодняшний день.

Кроме этого, согласно новым исследованиям [8], 67% американских миллениалов (поколение Y, людей, родившихся после 1981 года и до 1996) готовы покупать товары и услуги с помощью чат-ботов, причем 40% из них делают это ежедневно. 55% всех интернет-пользователей больше всего нравится то, что чат-боты мгновенно отвечают на простые вопросы, 64% интернет-пользователей считают, что лучшей функцией является его постоянная доступность.

Качественно разработанный чат-бот полезен и для владельца бизнеса, ведь он позволяет не только довести клиента до покупки, но и сократить расходы на поддержку. Такому виртуальному оператору не требуются перерывы на обед, сон или выходные, он отвечает мгновенно, что снижает вероятность того, что клиент уйдет, не дождавись ответа. Хотя все равно остается небольшой процент таких псевдоботов, которыми на самом деле управляют люди.

В целом, чат-бот конечно же упрощает жизнь бизнесу, что особенно актуально в наше время, когда человечество активно передаёт всю рутинную работу в “руки” роботов.

Медицина

Как уже было замечено ранее, информационные технологии с каждым днем становятся все более обязательным современным атрибутом любой сферы жизни и деятельности. Под ИТ подразумеваются любые методы сбора информации, её обработки и передачи. Самые широко применяемые средства ИТ в наше время – это сотовая связь и интернет, мобильные телефоны

и компьютеры. Тем не менее, каждая узкая отрасль науки и производства имеет своё специфическое оборудование, специально разработанное программное обеспечение, обеспечивающее работу устройств, и так далее.

Внедрение современных информационных технологий в медицине является не просто закономерным, это выводит здравоохранение на новый уровень, так как оперативный доступ к информации и обмен ею существенно сокращает временные затраты на поиск решений проблемы, а время часто является решающим фактором в спасении жизни человека.

Современные информационные разработки оказывают огромное положительное влияние на развитие новых способов организации медицинской помощи населению. Большое количество стран уже давно активно используют новые технологии в сфере здравоохранения. Проведение телеконсультаций пациентов и персонала, обмен информацией о больных между различными учреждениями, дистанционное фиксирование физиологических параметров, контроль за проведением операций в реальном времени — все эти возможности дает внедрение информационных технологий в медицину [2].

FHIR-стандарт

В технологическом стеке разработчиков приложений для медицины особое место занимает международный стандарт FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources), определяющий формат хранения, обмена, предоставления медицинской информации в электронном виде и включающий в себя спецификацию RESTful API клиент-серверного взаимодействия.

HL7 FHIR появился в 2011 году благодаря усилиям лидеров стандарта (Грэм Грив, Ллойд Маккензи, Эвут Краммер), которые участвовали в создании предыдущих версий стандартов HL7, хорошо понимают их “родовые травмы” и достоинства. [HL7 FHIR](#) соединяет в себе удачные решения из предыдущих версий и совершенно новую философию, архитектурную концепцию и открытый подход к разработке/развитию стандарта [3;7].

Главной сущностью стандарта являются ресурсы (FHIR Resources). Ресурс – это независимая структурированная единица информации, используемая при обмене медицинскими данными. Большинство ресурсов – это отображение реального мира в цифровых данных. Примерами могут служить такие ресурсы как пациент (Patient), визит (Encounter), результат исследования (DiagnosticReport).

В рамках спецификации описываются клинические, административные, финансовые и технические ресурсы.

Каждый ресурс описывается набором стандартизованных атрибутов (элементов), в

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

дополнение к этому в каждый ресурс встроен механизм расширения. Одним из основных принципов при разработке стандарта является следование правилу 80/20, поэтому в рамках ресурса описываются только общие атрибуты, независимые от специализированного контекста (страна, специализация и т.д.), для всего остального в ресурсе встроен механизм расширений (extensions).

У каждого ресурса есть секция для представления структурированной информации, содержащейся в ресурсе, в человекочитаемом виде. Эта секция используется для гарантии интероперабельности на самом базовом уровне, т.е., получив такой ресурс, вы всегда можете отобразить его содержимое человеку на экране монитора, например в браузере, без какой-либо дополнительной обработки и раскладывания данных в свое хранилище в дискретном виде.

Ресурсы могут быть связаны между собой и таким образом отражать связи в реальном мире, например: пациент (Patient) пришел на обследование (Encounter) в определенную клинику (Organization), ему поставили диагноз (Condition) и назначили исследования (DiagnosticOrder).

Описание используемых ресурсов

Бот также оперирует определенными ресурсами. Они используются для общения в внешних сервисах и также внутри самого бота. Рассмотрим их более подробно.

Observation - наблюдение

Ресурс Observation - измерения и простые утверждения, сделанные о пациенте, устройстве или другом субъекте [4]. Наблюдения являются центральным элементом в здравоохранении, они используются для поддержки диагностики, мониторинга прогресса, определения базовых показателей и моделей и даже для сбора демографических характеристик. Большинство наблюдений являются простыми утверждениями типа «имя-значение» с некоторыми метаданными, но некоторые наблюдения логически объединяют другие наблюдения или даже являются многокомпонентными наблюдениями.

Пример:

```
{
  "resourceType": "Observation",
  "id": "f001",
  "text": {...},
  "identifier": [...],
  "status": "final",
  "code": {
    "coding": [
      {
        "system": "http://loinc.org",
        "code": "15074-8",
        "display": "Glucose [Moles/volume] in Blood"
      }
    ]
  }
}
```

```
},
"subject": {
  "reference": "Patient/f001",
  "display": "P. van de Heuvel"
},
"effectivePeriod": {
  "start": "2013-04-02T09:30:10+01:00"
},
"issued": "2013-04-03T15:30:10+01:00",
"performer": [
  {
    "reference": "Practitioner/f005",
    "display": "A. Langeveld"
  }
],
"valueQuantity": {
  "value": 6.3,
  "unit": "mmol/l",
  "system": "http://unitsofmeasure.org",
  "code": "mmol/L"
},
"interpretation": [
  {
    "coding": [
      {
        "system":
"http://terminology.hl7.org/CodeSystem/v3-
ObservationInterpretation",
        "code": "H",
        "display": "High"
      }
    ]
  }
],
"referenceRange": [
  {
    "low": {
      "value": 3.1,
      "unit": "mmol/l",
      "system": "http://unitsofmeasure.org",
      "code": "mmol/L"
    },
    "high": {
      "value": 6.2,
      "unit": "mmol/l",
      "system": "http://unitsofmeasure.org",
      "code": "mmol/L"
    }
  }
]
```

ObservationDefinition - определение наблюдения

Ресурс ObservationDefinition - набор характеристик определения для вида наблюдения или измерения, производимых или потребляемых заказываемой медицинской службой [4].

Экземпляр ObservationDefinition представляет определяющие аспекты своего наблюдения. Этот

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.716
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

ресурс используется в каталоге товаров или услуг для здравоохранения. В нем дается определение наблюдений, которые используются в качестве исходных данных или производятся в качестве результата этих продуктов и услуг.

Рассмотрим на примере. Имеем ресурс ObservationDefinition для показателя глюкоза. В поле qualifiedInterval содержатся референсные интервалы по полу и возрасту. В данном случае для возраста от 0 до 1 года размах показателя глюкозы от 45 до 75 процентов.

```
{
  "resourceType": "ObservationDefinition",
  "id": "example",
  "text": {...},
  "code": {
    "coding": [
      {
        "system": "http://loinc.org",
        "code": "15074-8",
        "display": "Glucose [Moles/volume] in
Blood"
      }
    ]
  },
  "quantitativeDetails": {
    "unit": {
      "text": "%"
    }
  },
  "qualifiedInterval": [
    {
      "category": "reference",
      "range": {
        "low": {
          "value": 45,
          "unit": "Процент",
          "system": "http://unitsofmeasure.org",
          "code": "%"
        },
        "high": {
          "value": 75,
          "unit": "Процент",
          "system": "http://unitsofmeasure.org",
          "code": "%"
        }
      },
      "age": {
        "low": {
          "value": 0,
          "unit": "YEAR",
          "system": "http://unitsofmeasure.org",
          "code": "a"
        },
        "high": {
          "value": 1,
          "unit": "YEAR",
          "system": "http://unitsofmeasure.org",
          "code": "a"
        }
      }
    }
  ]
}
```

```
}
}
}, {...}
]
}
```

Questionnaire - опросник

Ресурс Questionnaire - структурированный набор вопросов, предназначенных для сбора ответов от конечных пользователей [4]. Опросники обеспечивают подробный контроль над порядком, представлением, фразеологией и группировкой, чтобы обеспечить согласованный и последовательный сбор данных.

Вопросы могут быть простыми списками вопросов или могут быть иерархически организованы в группы и подгруппы, каждая из которых также содержит вопросы.

Опросник определяет вопросы, которые должны быть заданы, порядок и группирование вопросов, любой текст, связанный с вопросами (формулировки), и также определяет ограничения на разрешенные ответы.

Результаты опросника могут быть переданы с использованием ресурса QuestionnaireResponse.

Пример:

```
{
  "resourceType": "Questionnaire",
  "id": "3141",
  "text": {},
  "url": "http://hl7.org/fhir/Questionnaire/3141",
  "title": "Cancer Quality Forum Questionnaire
2012",
  "status": "draft",
  "subjectType": [
    "Patient"
  ],
  "date": "2012-01",
  "item": [
    {
      "linkId": "1",
      "code": [
        {
          "system":
"http://example.org/system/code/sections",
          "code": "COMORBIDITY"
        }
      ],
      "type": "group",
      "item": [
        {
          "linkId": "1.1",
          "code": [
            {
              "system":
"http://example.org/system/code/questions",
              "code": "COMORB"
            }
          ]
        }
      ]
    }
  ]
}
```

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.716
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

```
"prefix": "1",
"type": "choice",
"answerValueSet":
"http://hl7.org/fhir/ValueSet/yesnodontknow",
"item": [
  {
    "linkId": "1.1.1",
    "code": [
      {
        "system":
"http://example.org/system/code/sections",
        "code": "CARDIAL"
      }
    ],
    "type": "group",
    "enableWhen": [],
    "item": [
      {
        "linkId": "1.1.1.1",
        "code": [
          {
            "system":
"http://example.org/system/code/questions",
            "code": "COMORBCAR"
          }
        ],
        "prefix": "1.1",
        "type": "choice",
        "answerValueSet":
"http://hl7.org/fhir/ValueSet/yesnodontknow",
        "item": [...]
      }
    ]
  }
]
```

Если отойти от JSON-формата, то выглядеть опросник может таким образом:

1. Comorbidity?
 1. 1.1.1.Angina?
 2. 1.1.2.MI?
2. Vascular Comorbidity?
3. ...

QuestionnaireResponse - ответ на вопрос

Ресурс QuestionnaireResponse - структурированный набор вопросов и ответов на них [4]. Ответы упорядочены и сгруппированы в логически последовательные подмножества, соответствующие структуре группировки лежащих в их основе вопросов.

Мы можем формировать QuestionnaireResponse по-разному: создавать один ресурс и по мере получения ответов на вопросы

опросника, добавлять их в QuestionnaireResponse, либо каждый раз создавать новый ресурс с соответствующим ответом. Все зависит от возможностей сервиса, который принимает данный ресурс и создает по нему другой ресурс Observation.

Пример:

```
{
  "resourceType": "QuestionnaireResponse",
  "questionnaire": "url",
  "status": "completed",
  "subject": {},
  "author": {},
  "source": {},
  "item": [
    {
      "linkId": "1",
      "answer": [
        {
          "valueQuantity": {
            "value": 4,
            "unit": "*10^9/л",
            "system": "http://loinc.org",
            "code": "6690-2"
          }
        }
      ]
    },
    {
      "linkId": "2",
      "answer": [
        {
          "valueQuantity": {
            "value": 5,
            "unit": "*10^12/л",
            "system": "http://loinc.org",
            "code": "789-8"
          }
        }
      ]
    }
  ],
  {...}
}
```

Patient - пациент

Ресурс Patient - демографическая и другая административная информация о человеке или животном, получающем медицинскую помощь или другие услуги, связанные со здоровьем [4].

Пример:

```
{
  "resourceType": "Patient",
  "id": "example",
  "text": {},
  "identifier": [],
  "active": true,
  "name": [
    {
      "use": "official",
      "family": "Chalmers",

```

Impact Factor:

ISRA (India)	= 4.971	SIS (USA)	= 0.912	ICV (Poland)	= 6.630
ISI (Dubai, UAE)	= 0.829	ПИИЦ (Russia)	= 0.126	PIF (India)	= 1.940
GIF (Australia)	= 0.564	ESJI (KZ)	= 8.716	IBI (India)	= 4.260
JIF	= 1.500	SJIF (Morocco)	= 5.667	OAJI (USA)	= 0.350

```

"given": [
  "Peter",
  "James"
]
},
"telecom": [
  {
    "system": "phone",
    "value": "(03) 5555 8834",
    "use": "old",
    "period": {
      "end": "2014"
    }
  }
],
"gender": "male",
"birthDate": "1974-12-25",
"deceasedBoolean": false,
"address": [
  {
    "use": "home",

```

```

"type": "both",
"text": "534 Erewhon St PeasantVille,
Rainbow, Vic 3999",
"line": [
  "534 Erewhon St"
],
"city": "PleasantVille",
"district": "Rainbow",
"state": "Vic",
"postalCode": "3999",
"period": {
  "start": "1974-12-25"
}
}
]
}

```

Архитектура приложения

Теперь несколько слов об архитектуре разрабатываемого приложения. Бот интерпретации зависит от многих сервисов (см. рис. 1), рассмотрим их подробнее.

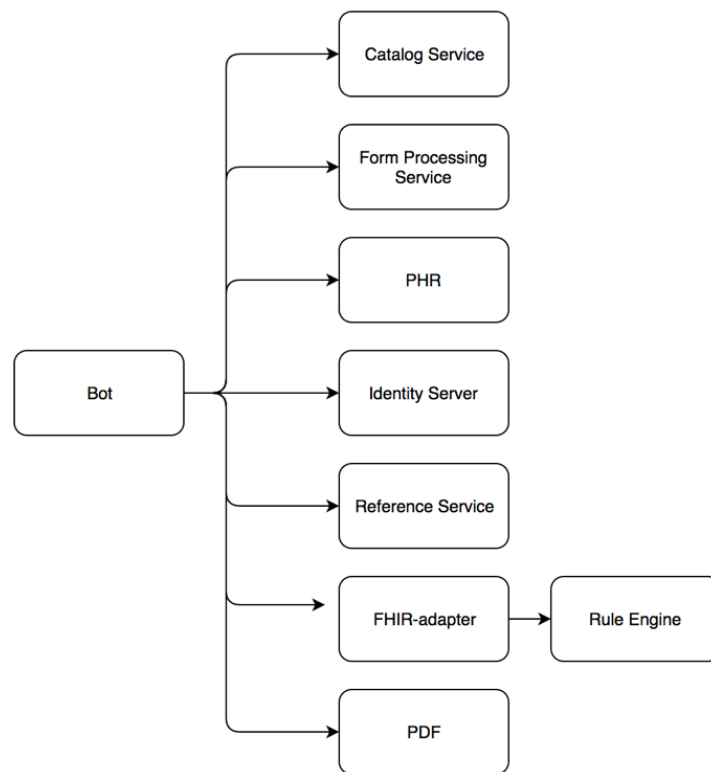


Рис. 1. Архитектура приложения

Catalog Service

Бот интерпретирует показатели различных анализов, поэтому такие показатели должны где-то храниться. По каждому анализу есть определенный список показателей, который почти не отличается, хотя конечно же бывают специфичные показатели для некоторых лабораторных служб. Жестко прописывать показатели было бы не очень

продуктивно и красиво в плане реализации, поэтому, благодаря FHIR-стандарту, мы можем использовать такой ресурс, как Questionnaire, для того, чтобы сформировать список вопросов, который может использовать не только бот, но и другие сервисы. Вся работа по формированию опросников ложится на плечи медицинских

Impact Factor:

ISRA (India)	= 4.971	SIS (USA)	= 0.912	ICV (Poland)	= 6.630
ISI (Dubai, UAE)	= 0.829	ПИИЦ (Russia)	= 0.126	PIF (India)	= 1.940
GIF (Australia)	= 0.564	ESJI (KZ)	= 8.716	IBI (India)	= 4.260
JIF	= 1.500	SJIF (Morocco)	= 5.667	OAJI (USA)	= 0.350

экспертов, а загрузка и распространение - на Catalog Service.

PHR

PHR (personal health record) сервис - персональная медицинская служба, которая хранит все клинические данные пациента в одном безопасном месте, предоставляет персонализированные рекомендации в отношении здоровья, помогает легко находить необходимые медицинские услуги, отслеживать основные параметры, проверять симптомы и общаться с поставщиками медицинских услуг. Данный сервис бот использует, чтобы хранить записи о пациентах - возраст и пол, больше никакой информации там не хранится, все показатели бот собирает во время опроса и сразу отправляет в сервис интерпретации, нигде не сохраняя. Каждое следующее заполнение - как с чистого листа.

IdentityServer

IdentityServer — это приложение Web API, которое отвечает за аутентификацию и умеет создавать токены. Два сервиса PHR и Reference Service, о котором будет написано ниже, имеют механизм аутентификации по специальному Bearer токену, который как раз таки и выдает Identity. Этот токен позволяет PHR и RS аутентифицировать клиента, то есть подтвердить “личность” бота, и авторизовать его - принять решение о том, какие действия бот может совершать в этом сервисе. Например, бот не может добавлять новые референсные значения, а только делать запрос на получение, потому что ему изначально не было дано таких прав.

Form Processing Service

Во время прохода по опроснику Questionnaire, мы получаем от пользователя ответы на вопросы из этого опросника, и чтобы как-то сохранить данный ответ, мы должны сформировать ресурс QuestionnaireResponse, который предоставляет полный или частичный список ответов на набор вопросов, заполненных при ответе на опросник. Но как было указано выше, сервис интерпретации работает с ресурсом Observation, а мы имеем только QuestionnaireResponse. Поэтому нам необходимо преобразовать наш большой сформированный QuestionnaireResponse по опроснику, в Observation'ы. Помогает нам в этом Form Processing Service.

Reference Service

Еще одна немаловажная вещь при заполнении показателей выполненного анализа - референсные значения этих показателей. Референсные значения - это медицинский термин, употребляемый при оценке результатов лабораторных исследований; определяется как среднее значение конкретного лабораторного показателя, которое было получено при массовом обследовании здорового населения. Изначально, пока не было какого-то вспомогательного сервиса, все референсные

значения для каждого показателя были записаны в json файлах и “лежали” рядом с проектом, теперь же появился Reference Service, у которого мы запрашиваем ресурс ObservationDefinition – он представляет определительные аспекты своего Observation. Экземпляр ObservationDefinition представляет собой набор ограничений, применимых к значению для заполненного наблюдения.

Interpretation Service

Используемый нами сервис интерпретации имеет два подсервиса: FHIR-адаптер и непосредственно сервис, который интерпретирует показатели анализа RuleEngine.

FHIR-адаптер

FHIR-адаптер является некоторым маршрутизатором, который перенаправляет наши данные в сервис интерпретации и наоборот, ответ от RuleEngine к нам.

Сервис интерпретации (или RuleEngine) - отвечает за анализ присланных показателей и их обработку по специально написанным правилам. На вход данный сервис принимает Bundle с Observation'ами - показатели анализа, по которым будет составляться интерпретация.

На выходе уже от FHIR-адаптера получаем ресурсы типа Cards - тип данных системы поддержки принятия решений (Clinical Decision Support System), который регулируется в спецификации CDS Hooks.

Каждый сервис CDS может вернуть любое количество карточек в ответ на запрос. Карточки содержат некоторую комбинацию текста (информационное поле), альтернативных рекомендаций (рекомендационное поле) и ссылок на приложения или справочные материалы (поле с ссылками). Пользователю мы отображаем эти карточки в уже отформатированном виде по следующему принципу:

- информационное поле предоставляет текст в читаемом виде, это заголовок и описание;
- рекомендации - различные рекомендации, которые могут быть полезны для пациента. Если вы используете клиент, отличный от мессенджера, например, веб-сайт, то в такое поле можно заложить действие, например, нажать кнопку;
- поле с ссылками - предоставляет ссылки на различные приложения, где пациент может ввести любую необходимую информацию, посмотреть блок-схему и др. В нашем случае это поле пока не используется.

RuleEngine

Более интересным будет рассмотреть второй подсервис Interpretation Service, который непосредственно работает с показателями анализов, заполняемых пациентом. Хотя мы напрямую и не общаемся с RuleEngine, но это самый важный

Impact Factor:

ISRA (India)	= 4.971	SIS (USA)	= 0.912	ICV (Poland)	= 6.630
ISI (Dubai, UAE)	= 0.829	ПИИЦ (Russia)	= 0.126	PIF (India)	= 1.940
GIF (Australia)	= 0.564	ESJI (KZ)	= 8.716	IBI (India)	= 4.260
JIF	= 1.500	SJIF (Morocco)	= 5.667	OAJI (USA)	= 0.350

сервис, который имеет прямое отношение к боту интерпретатору.

Как уже было сказано ранее, RuleEngine полностью отвечает за создание интерпретации по определенным данным, которые приходят ему на вход от бота.

Интерпретация создается по определённым правилам. Эти правила сначала составляются медицинскими экспертами на основе различных источников, данные в которых доказательно подтверждены. После этого такие правила могут редактироваться и обновляться уже непосредственно врачами также на основе статистических данных и других источников. Делается это все с помощью RuleEditor - сервиса, который позволяет создавать, редактировать и дополнять правила логического вывода. Каждое правило состоит из следующих связанных между собой определенным образом параметров (см. рис. 2):

- Definition - какое-либо наблюдение, значение показателя. Может принимать числовое, символьное или кодовое значения, в зависимости от того, что будет записано в конкретном Definition;

- Operation Rule - операционное правило, оно зависит от того, к какому Definition применяется. Например, если показатель числовой, то Operation Rule может принимать значения =, <=, >=, <, > и др.;

- Aggregation Rule - агрегационное правило, используется если мы хотим каким-то образом объединить операционные правила, через операторы AND или OR;

- Function - различные операции над правилами, например, учитывать значение показателя только за определённый период;

- Artifacts - артефакты — это результирующие данные, которые будут использоваться в выводе, при условии, что сработало определенное правило логического вывода.

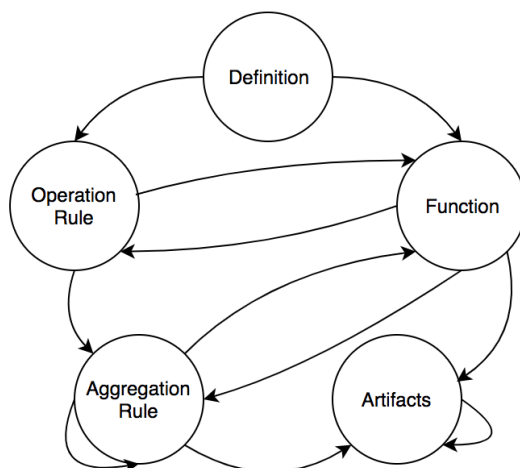


Рис. 2. Связи между элементами правила логического вывода

Процесс создания правила логического вывода можно увидеть на рис. 3.

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

Рис. 3. Форма для создания правила логического вывода

Как вы уже поняли, чтобы вывести пользователю интерпретацию, мы должны получить артефакты. Рассмотрим, как происходит процесс их получения. На самом деле все достаточно просто. Для каждого анализа имеется свой граф с правилами (см. рис. 4). Когда от клиента (бота) на RuleEngine приходят показатели пациента, строится клиническая ситуация - создается json

файл, в котором записаны все показатели пациента, референсные значения и другие дополнительные данные, которые могут внести свой вклад в итоговый вывод.

После этого, производится логический вывод по графу на основе клинической ситуации пациента, и мы получаем все соответствующие артефакты.

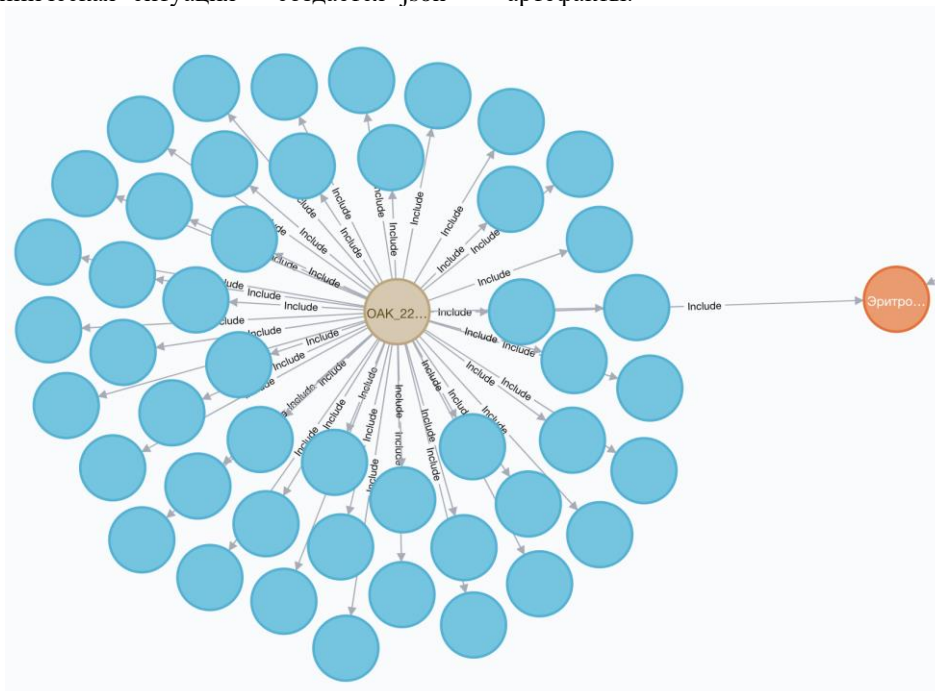


Рис. 4. Граф с правилами

PDF Service

PDF сервис - сервис, через который посредством отправки HTML строки, мы получаем байтовый массив, наш будущий PDF-файл.

Интерпретация анализов

Клинический анализ крови

Клинический анализ крови: общий анализ, лейкоцитарная формула, СОЭ (с микроскопией мазка крови при выявлении патологических изменений) — это один из наиболее часто

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.716
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

выполняемых анализов в медицинской практике. Сегодня это исследование автоматизировано и позволяет получить подробную информацию о количестве и качестве клеток крови: эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов. С практической точки зрения врачу в первую очередь следует сосредоточить свое внимание на следующих показателях этого анализа:

- Hb (hemoglobin) – гемоглобин;
 - MCV (mean corpuscular volume) – средний объем эритроцита;
 - RDW (RBC distribution width) – распределение эритроцитов по объему;
 - Общее количество эритроцитов;
 - Общее количество тромбоцитов;
 - Общее количество лейкоцитов;
 - Лейкоцитарная формула – процентное соотношение разных лейкоцитов: нейтрофилов, лимфоцитов, моноцитов, эозинофилов и базофилов;
 - Скорость оседания эритроцитов, СОЭ.
- Показатель СОЭ зависит от соотношения белковых фракций крови и количества эритроцитов.

Пример интерпретации

Бот предлагает пользователю ответить на вопросы о результатах своего анализа - ввести значения показателей из бланка, который выдает

лабораторная служба после сдачи материала, в данном случае кровь.

Также, перед тем как перейти к заполнению показателей, мы должны узнать возраст и пол пациента. Дело в том, что мы не можем интерпретировать анализы пациентов до 16 лет, им предлагаем посетить врача-педиатра, который сможет пояснить результаты анализа с учетом возрастных особенностей.

После того, как пользователь заполнил все показатели, которые имеются в нашем опроснике и которые имеются у пользователя в бланке, мы отправляем полученные ресурсы в сервис интерпретаций. И уже можем сделать вывод и отправить пользователю интерпретацию.

Но наш сервис отличается тем, что у нас присутствуют дополнительные вопросы, которые задаются с целью уточнения введенных показателей, например, есть ли у пользователя аллергия, если да то на что именно, и другие вопросы.

Если пользователь хочет ответить на такие вопросы, чтобы интерпретация его анализов была более точной, то мы предоставляем ему эту возможность, если же нет, то сразу присылаем сообщение и сформированный pdf-документ в чат (см. рис. 5).

Labsy

Бот интерпретации лабораторных анализов

Интерпретация результата лабораторных исследований клинического анализа крови

Заказ 19-11-11000001
Дата выполнения: 2019-11-11

Показатель	Результат	Единицы измерения	Референсные значения
Лейкоциты (WBC)	4	*10 ⁹ /л	4 - 10
Эритроциты (RBC)	↑ 6	*10 ¹² /л	3.8 - 5.1
Гемоглобин (HGB)	150	г/л	117 - 155
Гематокрит (HCT)	↑ 50	%	35 - 45
MCV	100	fL	81 - 100
MCH	↑ 40	гг	27 - 34
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC)	360	г/л	300 - 380
RDW SD	50	fL	37 - 54
Распределение эритроцитов по объему - коэффициент вариации (RDW-CV)	55	%	-
Тромбоциты (PLT)	200	*10 ⁹ /л	150 - 400
Распределение тромбоцитов по объему (PDW)	↑ 30	fL	10 - 20
Средний объем тромбоцита (MPV)	10	fL	9.4 - 12.4
Коэффициент больших тромбоцитов (P-LCR)	20	%	13 - 43
Нейтрофилы (NE) в *10 ⁹ /л	7	*10 ⁹ /л	1.8 - 7.7
Лимфоциты (LY) в *10 ⁹ /л	2	*10 ⁹ /л	1 - 4.8
Моноциты (MO) в *10 ⁹ /л	↑ 2	*10 ⁹ /л	0.05 - 0.82
Эозинофилы (EO) в *10 ⁹ /л	↑ 1	*10 ⁹ /л	0.02 - 0.5
Базофилы (BA) в *10 ⁹ /л	↑ 1	*10 ⁹ /л	0 - 0.08
Нейтрофилы, в % (NE%)	↓ 40	%	47 - 72
Лимфоциты, в % (LY%)	24	%	19 - 37
Моноциты, в % (MO%)	10	%	3 - 12
Эозинофилы, в % (EO%)	4	%	1 - 5
Базофилы, в % (BA%)	↑ 4	%	0 - 1.2
Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)	111	ммч	-

1. Состояние лейкоцитарной формулы

В ходе проведения общеклинического анализа крови были определены следующие показатели: общее количество лейкоцитов (кровяных клеток, участвующих в защите организма от инфекций и чужеродных агентов) и лейкоцитарная формула (соотношение в крови различных форм лейкоцитов). По результатам проведенного анализа у Вас выявлена нейтропения - снижение уровня нейтрофилов в крови (нейтрофилы - это вид лейкоцитов, обеспечивающих защиту организма от различных инфекций) с изменением уровня ряда других показателей лейкоцитарной формулы. Общее количество лейкоцитов при этом находится в пределах нормы. Наиболее часто такие изменения в общеклиническом анализе крови встречаются на фоне выраженных инфекционных заболеваний (преимущественно бактериальной, реже вирусной, грибковой природы), неинфекционных воспалительных реакций, при приеме ряда лекарственных средств (в том числе НПВС, ряда антибиотиков). Подобные изменения в общеклиническом анализе крови могут встречаться при других патологических состояниях, в том числе при некоторых формах анемии, заболеваниях крови.

Рекомендации

- Для уточнения причин выявленных в общеклиническом анализе крови изменений лейкоцитарной формулы Вам показана консультация врача-терапевта.

2. Выявление лабораторных признаков анемии и уточнение состояния эритроцитоза в целом

В ходе проведения общего анализа крови были определены следующие показатели: количество эритроцитов, уровень гемоглобина, эритроцитарные индексы (размер, форма эритроцитов и содержание в них гемоглобина). По результатам проведенного анализа у Вас выявлены признаки эритроцитоза - состояния, при котором наблюдается повышение уровня эритроцитов в крови. Чаще всего причиной повышения количества эритроцитов в крови является длительная гипоксия (кислородное голодание). Она встречается при хронических заболеваниях легких, у курящих людей, при высотной болезни (у жителей гор, альпинистов). Также эритроцитоз может встречаться при ряде других заболеваний, в том числе истинной полицитемии.

Рекомендации

- С учетом выявленных в общеклиническом анализе крови лабораторных признаков эритроцитоза Вам показана консультация врача-терапевта или гематолога для уточнения причин его появления.

3. Состояние тромбоцитарного гемостаза

В ходе проведения общеклинического анализа крови были определены следующие показатели: тромбоциты, тромбоцитарные индексы. У Вас не выявлено признаков нарушения тромбоцитарного гемостаза. Выявленные у Вас изменения тромбоцитарных индексов без изменения уровня тромбоцитов являются клинически незначимыми изменениями. Вам целесообразно провести динамический контроль (в течение 3 месяцев) общеклинического анализа крови и в случае изменения уровня тромбоцитов крови обратиться с результатами анализов к терапевту.

4. Состояние лейкоцитарной формулы (микроскопия)

В ходе проведения общеклинического анализа крови были определены следующие показатели: общее количество лейкоцитов (кровяных клеток, участвующих в защите организма от инфекций и чужеродных агентов) и лейкоцитарная формула (соотношение в крови различных форм лейкоцитов). По результатам проведенного анализа у Вас выявлены изменения показателей, которые не позволяют с высокой точностью интерпретировать их по одному лишь общеклиническому анализу крови.

Рекомендации

Рис. 5. Пример PDF-документа с интерпретацией результатов анализа

Оплата

Как и любой коммерческий продукт, бот должен вносить свой вклад в дело компании. Первая интерпретация предоставляется пациенту бесплатно, все последующие можно получить за небольшую плату. Так как бот был реализован для

двух мессенджеров Telegram и Facebook Messenger, то было решено использовать встроенные способы взаимодействия с платежами. Также хочется заметить, что можно использовать и любые другие внешние инструменты.

Telegram Payment API

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.716
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

С точки зрения пользователя система платежей полностью прозрачна. Боты могут отправлять пользователям сообщения в специально отформатированных счетах. Такие сообщения о

счетах содержат фотографию и описание продукта, а также кнопку оплаты. Нажатие на эту кнопку открывает специальный интерфейс оплаты в приложении Telegram (см. рис. 6).

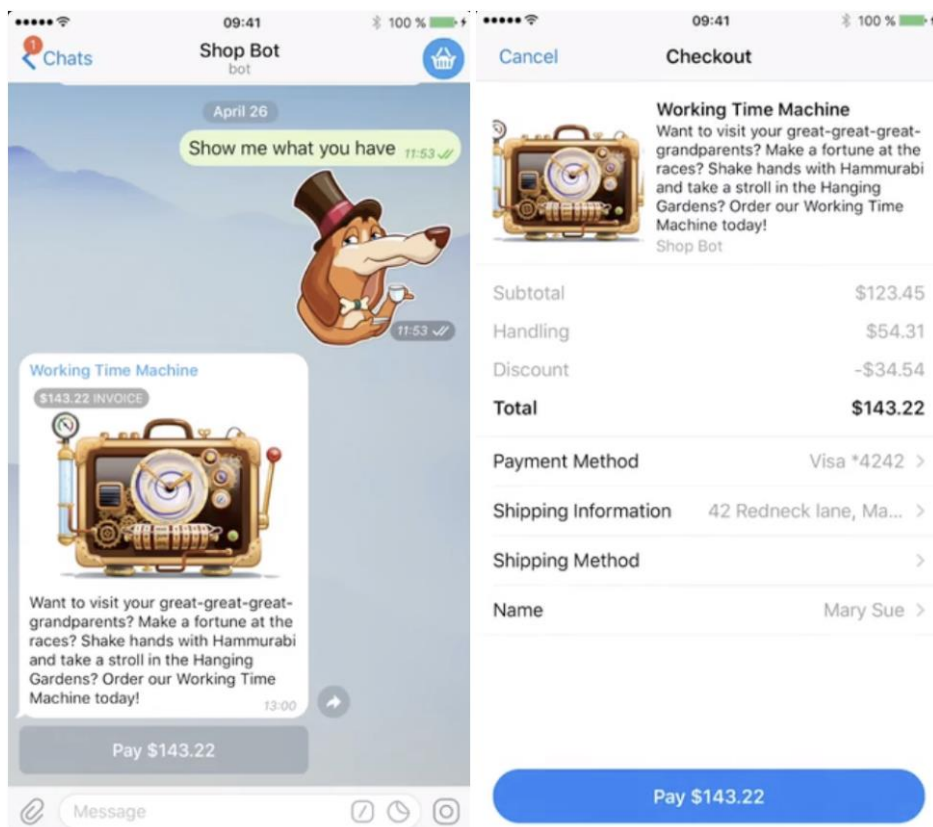


Рис. 6. Пример оплаты в Telegram

В этом интерфейсе пользователям предлагается дополнительная информация, такая как информация о доставке, номер телефона или адрес электронной почты. Как только они введут всю необходимую информацию, она будет передана боту. Когда все будет готово, пользователи могут ввести данные своей кредитной карты или выбрать одну из своих сохраненных карт - и оплатить продукт.

Telegram также поддерживает Apple Pay и Android Pay. Как только транзакция завершена, бот отправляет сообщение с квитанцией, которая содержит информацию об оплате, а также информацию о доставке.

Telegram не обрабатывает платежи от пользователей, а полагается на разные платежные системы. Они обрабатывают и хранят всю конфиденциальную информацию, такую как данные кредитной карты. Ни Telegram, ни разработчики ботов не имеют к нему доступа. На данный момент поддерживаются платежи из более чем 200 стран через следующие платежные системы:

- Stripe
- Paymentwall

- Яндекс.Деньги
- Сбербанк
- Payme
- CLICK
- Rave by Flutterwave

Telegram не берет никаких комиссий за использование Payment API. При этом надо иметь в виду, что платежные системы сами могут брать комиссию.

В своем блоге Telegram предлагает небольшой чек-лист с пожеланиями/требованиями/указаниями [5]. Всем этим правилам лучше конечно же следовать, чтобы избежать неприятных ситуаций с блокировкой вашего бота:

- Для Telegram аккаунта, с помощью которого создан бот, рекомендуется использовать двухфакторную аутентификацию.
- Владелец бота несет полную ответственность в случае возникновения каких-либо конфликтов или споров. Должна быть готовность правильно обрабатывать спорные ситуации и возвратные платежи.
- Во избежание недоразумений и возможных юридических вопросов необходимо,

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.716
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

чтобы бот мог ответить на команду /Terms (или любой другой доступ к Условиям). Условия и положения должны быть написаны в понятной и легкой для пользователей форме. Пользователи должны подтвердить, что они прочитали и согласны с вашими условиями, прежде чем совершить покупку.

- Бот должен предоставлять поддержку своим клиентам, либо отвечая на команду /support, либо другими способами. У пользователей должна быть возможность связаться по поводу их покупок, и необходимо своевременно обрабатывать их запросы в службу поддержки. Важно уведомить пользователей о том, что поддержка Telegram не сможет помочь им с покупками, сделанными через нашего бота.

- Важно, чтобы серверное оборудование и программное обеспечение были стабильны. В случае внештатных ситуаций использовать резервные копии, чтобы убедиться, что данные о платежах пользователей не будут потеряны.

- Важно убедиться, что какой-либо чек-лист от провайдера платежной системы также был выполнен (возможно, что ему также нужно передавать какие-то обязательные параметры).

Теперь несколько слов о реализации взаимодействия с Payment API от Telegram. Прежде всего необходимо создать бота, который будет заниматься платежами либо подключить эту настройку в уже существующем боте. Делается это через BotFather. Выбираем с помощью команды /mybots нужного бота и идем в настройки платежей (Bot Settings > Payments). Выбираем провайдера (здесь существует возможность выбора тестового режима). После выполнения инструкции по подключению, необходимо опять вернуться в BotFather и мы сможем увидеть специальный токен подключения к платежной системе с префиксом TEST или LIVE в зависимости от того какой режим был выбран. Каждая платежная система предоставляет свою тестовую карточку, которой можно пользоваться при оплате.

Для обеспечения работы с платежами используем следующие методы:

- **SendInvoice** - метод для отправления счетов.

- **AnswerPreCheckoutQuery** - как только пользователь подтвердил свои платежные и адресные реквизиты, Bot API отправляет окончательное подтверждение в форме обновления с полем pre_checkout_query. Метод answerPreCheckoutQuery используется, чтобы ответить на такие запросы предварительной проверки. Важно: API-интерфейс бота должен получить ответ в течение 10 секунд после отправки запроса предварительной проверки.

Кроме этого, нам понадобятся следующие объекты API:

- **LabeledPrice** - стоимость товаров или услуг;
- **Invoice** - базовая информация о счете;
- **OrderInfo** - информация о заказе;
- **SuccessfulPayment** - информация об успешной оплате;
- **PreCheckoutQuery** - информация о входящем запросе предварительной проверки.

Facebook Payment API

Технология «Платежи Facebook» доступна во всех странах и поддерживает [более 80 способов оплаты более чем в 55 валютах](#) [6]. Ценовая стратегия, разработанная специально для региональных рынков, позволяет разработчикам оптимизировать свои продукты и создать нативные процессы оформления заказа для пользователей.

Людям удобно хранить платежную информацию на Facebook и оформлять покупки с помощью своих учетных данных. Facebook делает все возможное, чтобы обеспечить безопасность платежей и оправдать доверие людей.

«Платежи Facebook» позволяют разработчикам абсолютно свободно устанавливать цены на виртуальные товары для глобальной аудитории в местной валюте соответствующих регионов. Эта технология повышает эффективность процесса оплаты и делает процедуру покупки более удобной для потребителя.

Facebook позволяет провести оплату различными удобными способами:

- Кредитные карты - если пользователь хочет оплатить покупку с помощью кредитной карты, с которой он уже когда-то оплачивал свои покупки, то он имеет возможность воспользоваться сохраненной информацией об этой карте в Facebook. И также есть возможность добавить новую карту.

- PayPal - тут все аналогично кредитным картам. Пользователь пользуется либо уже сохраненным PayPal аккаунтом, либо добавляет новый.

- Мобильные операторы - в большинстве регионов люди могут также пользоваться финансовыми услугами мобильных операторов. В этом случае средства будут списаны с их счета напрямую или через SMS, а в ежемесячный счет на оплату услуг мобильной связи будет добавлена соответствующая сумма.

- И другие способы оплаты, такие как Western Union, MoneyGram.

В Facebook достаточно сложный способ настройки функционала, связанного с оплатой. Для начала необходимо зарегистрировать свою компанию и указать всю дополнительную информацию. После этого добавить продукты, которые будут продаваться, в нашем случае это интерпретации различных анализов.

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.716
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

Продукт содержит следующие поля:

- тип;
- заголовок;
- уникальный url продукта;
- описание;
- изображение - размер должен быть не менее 200 x 200 пикселей;
- стоимость;
- валюта - код валюты в формате ISO-4217-3.

Также в Facebook поддерживается статичное и динамическое ценообразования. Статичное ценообразование — это самый простой способ ценообразования. По этой модели цена на товар выставляется в объекте Продукт в определенных местных валютах, количество которых может быть любым. После анализа метатегов и кэширования данных объекта, когда Продукт участвует в процедуре покупки, пользователям моментально показывается диалог платежа.

Несмотря на то, что статичную модель отличает простота реализации и удобство платежей, в некоторых случаях более подходящим может оказаться метод, позволяющий динамическим образом изменять цену предмета в момент покупки. Чаще всего эту гибкую модель применяют, когда устраивают распродажу — на некоторое время снижают цены на товары в приложении или когда проводят А/В-тестирование разных цен для оптимизации конверсий. Эта модель также помогает установить

для отдельных пользователей особые цены — например, чтобы поощрить лояльных игроков.

При использовании динамического ценообразования в момент покупки на сервер отправляется дополнительный блокирующий вызов, который задерживает показ диалога платежа. По возможности конечно же следует использовать статичное ценообразование. К динамической модели рекомендуется прибегать только в тех случаях, когда необходима дополнительная гибкость.

Заключение

В данной статье мы рассмотрели создание бота интерпретатора результатов анализов лабораторных исследований. Можно сделать вывод о том, что создание такого приложения является достаточно сложным процессом и подразумевает интеграцию с большим количеством внешних сервисов для обеспечения полноценной работы.

Также создание таких помощников является актуальной темой в современном мире, не только потому что огромное количество людей заинтересовано в использовании информационных технологий во всех сферах своей жизни, но и потому что сейчас развивается тренд на здоровый образ жизни, люди все больше и активнее следят за своим здоровьем. А разработка с помощью таких легких и понятных инструментов как боты, позволяет облегчить этот процесс в разы.

References:

1. (n.d.). Pochemu boti zahvativayt mir [online]. Retrieved 2019, Oct.1 from <https://texterra.ru/blog/pochemu-chatboty-zahvatyvayut-mir-25-primerov-dlya-vidokhnoeniya.html>
2. (n.d.). Informazionnye tehnologii v sovremennoi medicine I zdravoohraneni [online]. Retrieved 2019, Oct.1 from <https://academy-prof.ru/blog/informacionnye-tehnologii-v-medicine>
3. (n.d.). Vvedenie v HL7 FHIR [online]. Retrieved 2019, Oct.1 from <https://evercare.ru/vvedenie-v-hl7-fhir>
4. (n.d.). HL7 FHIR [online]. Retrieved 2019, Oct.1 from <https://www.hl7.org/>
5. (n.d.). Telegram Payment API Documentation [online]. Retrieved 2019, Oct.1 from <https://core.telegram.org/bots/payments>
6. (n.d.). Facebook Payments [online]. Retrieved 2019, Oct.1 from https://developers.facebook.com/docs/games_payments
7. Saripalle, R. (2019). Fast Health Interoperability Resources (FHIR): Current Status in the Healthcare. *International Journal of E-Health and Medical Communications (IJEHMC)*, 10(1): 76–93.
8. (n.d.). Chatbot Report 2018: Global Trends and Analysis [online]. Retrieved 2019, Oct.1 from <https://chatbotmagazine.com/chatbot-report-2018-global-trends-and-analysis-4d8bbe4d924b>