

УДК 004.72

## Технологические аспекты слайсинга мультисервисной сети пятого поколения с помощью технологии IBN (Intent-Base Networking)

Елагин В. С., Митин Е. О. 

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация

**Постановка задачи:** Сеть пятого поколения предлагает разнообразные услуги, каждая из которых требует определенных параметров, таких как производительность, пропускная способность, надежность и задержка. В связи с этим, виртуализация сети является надежным решением, известным как слайсинг сети, которое обеспечивает поддержку различных типов услуг и предоставляет ресурсы, соответствующие потребностям каждой службы. В данном обзоре поставлена **цель** – рассмотреть реализацию платформы для слайсинга в рамках мультисервисной сети пятого поколения на основе намерений, которая позволяет операторам сетей гибко и настраиваемым образом развертывать сетевые сервисы. **Результаты:** рассмотренная архитектура системы предоставляет возможность отслеживать виртуальные и физические ресурсы с применением OpenStack Neutron и приложения для контроллера FlexRAN. Кроме того, рассматриваемая реализация платформы для сегментации сетей на основе намерений дает операторам возможность гибкой настройки и развертывания сетевых сервисов.

**Ключевые слова:** сеть, основанная на намерениях, 5G, слайсинг, IBN, FlexRAN, GAN

### Введение

Intent-Based Networking (IBN) – это новая концепция сетевых технологий, которая основывается при принятии решения о конфигурации на основе глубокого искусственного интеллекта и прогнозирования состояния сети на базе намерений. Ее основная задача заключается в автоматизации конфигурирования и устранении сетевых проблем. Системы IBN позволяют сетевым администраторам определить желаемый результат или намерения, в то время как программное обеспечение сети, пользуясь искусственным интеллектом и машинным обучением, определяет оптимальные пути для достижения этих целей. Кроме автоматизации рутинных задач и обеспечения доступности информации о состоянии сети в реальном времени, системы IBN способны прогнозировать возможные отклонения от заданных сетевых намерений и давать рекомендации для их исправления. В результате таких инноваций скорость работы сети повышается, она становится более гибкой, а количество ошибок сокращается. Кроме того, системы IBN в сравнении с традиционными сетями и даже с программно-определяемыми сетями (SDN, *аббр. от англ.* Software-Defined Network

---

#### Библиографическая ссылка на статью:

Елагин В. С., Митин Е. О. Технологические аспекты слайсинга мультисервисной сети пятого поколения с помощью технологии IBN (Intent-Base Networking) // Информационные технологии и телекоммуникации. 2023. Т. 11. № 2. С. 35–46. DOI: 10.31854/2307-1303-2023-11-2-35-46

#### Reference for citation:

Elagin V., Mitin E. Technological Aspects of IBN Technology for Slicing at 5G Multiservice Network // Telecom IT. 2023. Vol. 11. Iss. 2. PP. 35–46. DOI: 10.31854/2307-1303-2023-11-2-35-46

имеют неоспоримые преимущества, среди которых стоит выделить уменьшение зависимости от ручных операций, ускорение обнаружения и устранения сетевых неисправностей, снижение риска нарушения нормативных требований и улучшенную аналитику [1].

Поскольку в рамках сетей 5G существует большое многообразие услуг, все они нуждаются в различных требованиях к производительности, пропускной способности, надежности и задержке. Однако обеспечить подобное разнообразие услуг с помощью традиционной сети, использующей одну физическую инфраструктуру, невозможно. Именно поэтому возникла концепция виртуализации сети, известная как «слайсинг». С ее помощью становится возможным справиться как с неоднородностью услуг, так и предоставить дифференцированные ресурсы для них. Таким образом, слайсинг становится надежным решением, поскольку у операторов появляется средство для создания нескольких логических сетей на базе общей физической инфраструктуры [2].

### Постановка задачи

Одним из важнейших аспектов применения IBN является система виртуализации сети для сегментации ее ресурсов (слайсинг), которая позволяет изолировать ресурсы базовой сети и сети радиодоступа (RAN, *аббр. от англ.* Radio Access Network) с большей эффективностью, поскольку основывается на предоставленной пользователями конфигурации оборудования, преобразует данные в вид намерений для конкретного фрагмента сети. Таким образом, в соответствии с указанными параметрами система развертывает и конфигурирует запрошенные ресурсы, а также позволяет автоматизировать процесс построения сети и сократить объем ручной работы. IBN позволяет должным образом контролировать, управлять и отслеживать ресурсы сетевого сегмента (слайса). Также следует отметить эффективность использования генеративно-сопоставительной нейронной сети (GAN, *аббр. от англ.* Generative Adversarial Network), которая является моделью глубокого обучения, и позволяет более качественно управлять сетевыми ресурсами.

Слайсинг в ядре сети 5G может быть реализован с помощью технологий виртуализации сетевых функций (NFV, *аббр. от англ.* Network Function Virtualization) и сетей SDN [3]. Принципы построения сети 5G позволяют удовлетворить три новых требования к услугам: массовая межмашинная связь (mMTC, *аббр. от англ.* Massive Machine-Type Communications) с большим количеством подключенных объектов, сверхнадежная связь с ультрамалыми задержками (URLLC, *аббр. от англ.* Ultra Reliable Low Latency Communications), что требует высокой надежности и минимальной задержки передачи информации от источника к приемнику (E2E, *аббр. от англ.* End-to-End), а также усовершенствованная мобильная широкополосная связь (eMBB, *аббр. от англ.* enhanced Mobile BroadBand), обеспечивающая пропускную способность в несколько Гбит/с [4]. В сети 5G выделяются три основные категории слайсов. Рисунок 1 демонстрирует, что в данной концепции каждый тип слайса направлен на реализацию отдельного вида требований, предъявляемых к сетям 5G.

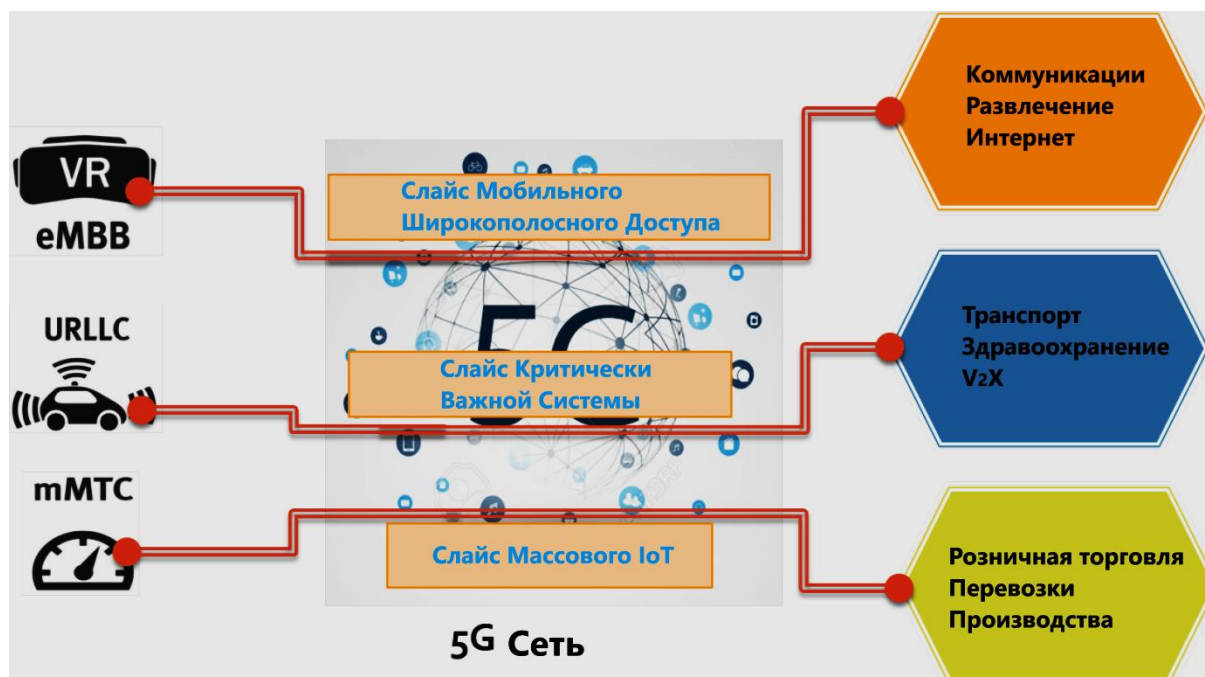


Рис. 1. Типы слайсов в сети 5G

## Модель

Автоматизированная структура, рассматриваемая в данном обзоре и именуемая «Intent-Based Network Slicing», состоит из инструментария IBN, сетевого оркестратора OSM (*аббр. от англ. Open Source MANO*), контроллера сети радиодоступа FlexRAN и модуля машинного обучения. Данная система позволяет создавать, удалять и обновлять сегменты сети по требованию, а также предоставляет конфигурацию абстрактного уровня, выполняя таким образом фрагментацию E2E как для ядра сети, так и для сети доступа.

При этом инструментарий IBN принимает высокоуровневые конфигурации для слайса и генерирует его шаблон сетевого в соответствии с форматом, подходящим для сетевого оркестратора (например, JSON-строка для OSM и JSON-файл для FlexRAN). Кроме того, в состав системы входит модуль машинного обучения, который отслеживает статистику сетевых ресурсов и сохраняет ее в базе данных ресурсов IBN. В случаях, когда поступает запрос на создание фрагмента сети, он отправляется в IBN и на модуль машинного обучения, который оценивает доступность и состояние ресурсов RAN и базовой сети, чтобы определить, может ли запрос быть одобрен или нет. При достаточном количестве ресурсов запрос принимается, в противном случае – будет отклонен. Таким образом, рассматриваемая система имеет возможность полной автоматизации процессов создания слайсов.

Рабочая группа IETF определила основные цели системы IBN для автоматизированной конфигурации слайсов E2E и оркестрации сетевых ресурсов. Это создаст общий механизм, который должен обеспечить оркестрацию ресурсов в нескольких доменах. Кроме того, появится возможность абстрагировать базовые платформы и позволит конфигурировать платформы различных произ-

водителей. В качестве примера можно привести такие платформы, как CORD, OSM и FlexRAN. Кроме того, лучшим преимуществом этого механизма является то, что он исключает ручную работу по созданию, обновлению и удалению сетевых сегментов.

В этом случае получается максимально автоматизировать управление жизненным циклом сетевых сервисов, сохраняя при этом механизм работы IBN, основанный на стандарте IETF [5, 6]. Для управления жизненным циклом намерений необходим непрерывный мониторинг сетевой активности, поэтому данная система должна иметь возможность анализа и управления ресурсами не только системы доступа, но также и ее опорной сети. Интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в различные области сети является одним из основных требований стандартов автоматизации. Таким образом, обеспечение ресурсами сегментов на основе ИИ достигается за счет использования модели глубокого обучения GAN.

Рассматриваемая система, состоящая из четырех элементов, способна осуществлять фрагментацию E2E для опорной сети, а также для сети доступа. Автоматизированный инструмент для внедрения более сложных сетевых конфигураций и их выполнения является первым модулем IBN. Благодаря ему настройка сетевых ресурсов и предоставление конфигурации более высокого уровня для опорной сети и сети доступа для поставщиков сетевых услуг станет более легкой задачей. Кроме того, система включает гибридную модель глубокого обучения GAN, постоянно отслеживающую статистику сетевых ресурсов и сохраняющую ее в базе данных ресурсов IBN. Еще один модуль – фреймворк OSM обеспечивает поддержку слайсов основной сети. Система формирования политик OSM инструмента IBN может преобразовывать конфигурации более высокого уровня в формат JSON-строк, поскольку оркестратор OSM принимает формат слайсов в виде JSON-строк. Ядро NFV развертывается по средствам передачи информации оркестратору OSM. Далее OSM NFVO передает конфигурации слайсов в OpenStack для развертывания сетевых функций.

Фрагментация опорной сети управляется фреймворком OSM, где развернуты три отдельные функции опорной сети EPC (*аббр. от англ. Evolved Packet Core*): MME (*аббр. от англ. Mobility Management Entity*), HSS (*аббр. от англ. Home Subscriber Server*) и SPGW (*аббр. от англ. Software Packet Data Gateway*) для каждого слайса. С другой стороны, контроллер FlexRAN (на базе SDN) используется для управления и создания слайсов сети доступа. Они разработали специальный конфигуризатор политики слайсинга RAN для сети доступа, чтобы преобразовать конфигурацию высокого уровня слайсинга, предоставленную в инструменте IBN в формат шаблона JSON, после чего отправить его в базовый контроллер FlexRAN. Затем контроллер FlexRAN развертывает эти конфигурации на eNodeB для создания слайсов. Архитектура E2E-системы сетевого слайсинга, а также ее дизайн представлены на рисунке 2. Далее будет отдельно рассмотрен каждый из основных элементов сети, описанных в исследовании (инструментарий IBN, FlexRAN, платформа с открытым исходным кодом OSM, расширенный модуль глубокого обучения GAN).

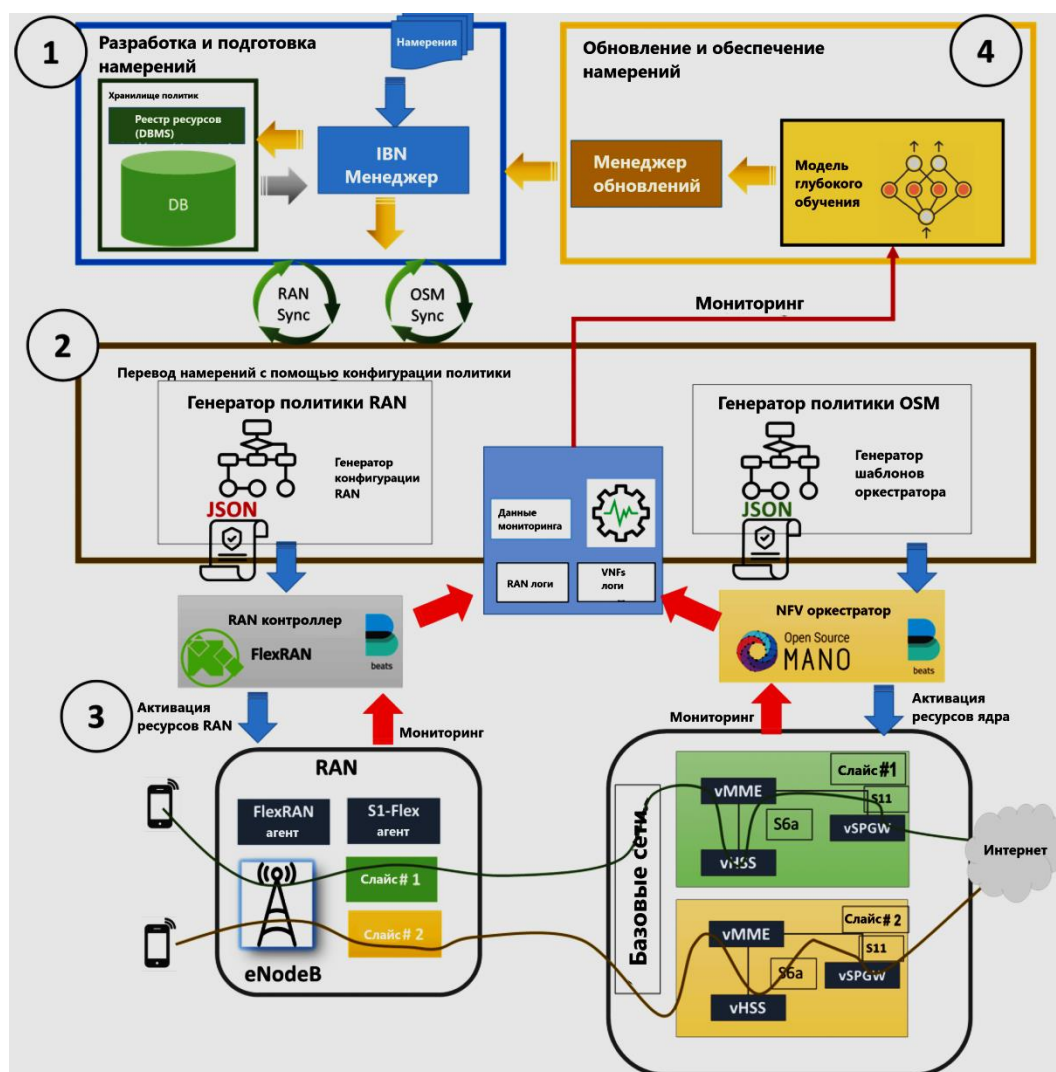


Рис. 2. Архитектура E2E-слайсинга с использованием IBN

Платформа с открытым исходным кодом OSM является разработкой ETSI и предназначена для операторов связи: отвечает за управление и оркестровку. OSM обеспечивает оркестрацию услуг E2E, автоматически развертывая сетевые сервисы. Платформа создана на основе NFV-стандартов и гарантирует согласованное взаимодействие оркестратора и остальных компонентов (например, инфраструктурные менеджеры VIM, NFVI, сетевые функции). Кроме того, OSM может поддерживать и облегчать развертывание сетевых сегментов E2E в соответствии с их потребностями, хотя полный жизненный цикл слайсов также может контролироваться со стороны OSM. В обозреваемой системе сетевого слайсинга конфигуратор политик OSM как компонента IBN может взаимодействовать с оркестратором с помощью REST API, генерируя конфигурации слайсов в JSON-строке и отправляя их оркестратору для развертывания NFs. После чего оркестратор развертывает необходимые ресурсы срезов с помощью VIM OpenStack.

Система IBN значительно упрощает процесс сегментации сети, предоставляя пользователю возможность легко настраивать более высокоуровневые конфигурации через внешний интерфейс инструментария IBN. Основное

назначение каждого компонента состоит в следующем: интерфейсный модуль дизайна намерений позволяет операторам и абонентам системы простой способ определить свои цели, используя инструмент сети «front-end». Пользователи системы имеют возможность с помощью простого перетаскивания на «front-end» портале самостоятельно определить требования к ресурсам для создания слайса, а в внутресетевой координацией всех компонентов сети будет заниматься менеджер намерений, взаимодействуя с ними напрямую. При поступлении запроса от оператора на основе полученной информации об архитектуре из хранилища политик формируется граф, сопоставляя полученные сведения, после чего информацию о графе передается в конфигуратор политик. Требования, связанные с RAN, также могут направляться в конфигуратор и ядро политики RAN и в конфигуратор политики ядра OSM.

Информация о сетевых функциях, версиях протоколов и прошивок, схема IP-адресов и образы сетевых экземпляров хранятся в базе данных политик. База данных или хранилище политик – это хорошо организованный репозиторий, содержащий в себе всю информацию о функциях опорной сети и зарегистрированных eNodeB. Хранение и индексация данных осуществляется, основываясь на проекте архитектуры 5G. Конфигуратор политики извлекает ресурсную информацию из графа, предоставленного менеджером намерений, и преобразует ее в формат шаблона фрагмента сети. Шаблон слайса соответствует заданному формату сетевого оркестратора, например, OSM. Таким образом, шаблон в формате JSON-файла, содержащего информацию о развертывании сетевых функций и их отображении, может быть предоставлен конфигуратором политики [7–9]. Аналогично генерируется шаблон политики в формате JSON, который отправляется на контроллер FLEXRAN для создания слайса на eNodeB. Затем через главный контроллер и через Southbound API FlexRAN развертывает эти конфигурации на eNB, а после этого в сети доступа уже может быть развернут сетевой слайс. Таким образом, выделенные ресурсы EPC и RAN могут быть автоматически назначены на запрашиваемый слайс с помощью шаблона.

Достаточно сложная структура позволяет инструментарию IBN не только автоматизировать политики развертывания слайсов, но и является общей системой для нескольких оркестраторов при управлении всей процедурой. Кроме того, система отслеживает используемые ресурсы слайса с помощью элементов искусственного интеллекта во время использования и обновляет их в случае сбоя или возникновения конкуренции за вычислительные ресурсы [10]. Процедура обработки пользовательских запросов показана на рисунке 3.

Одним из элементов, обеспечивающим интеграцию управления RAN и плоскостью данных, является программно-определяемая платформа с открытым исходным кодом FlexRAN. Она предлагает разделение плоскости управления и плоскости данных, обеспечивая возможность программирования на двух уровнях. Предназначением первого уровня является разработка приложений контроля и управления контроллером FlexRAN. Предоставление возможности разработки приложений внутри контроллера для автоматизации развертывания функций управления относится ко второму уровню программирования. Кроме

того, FlexRAN может эффективно управлять несколькими распределенными базовыми станциями и координировать их работу между собой.

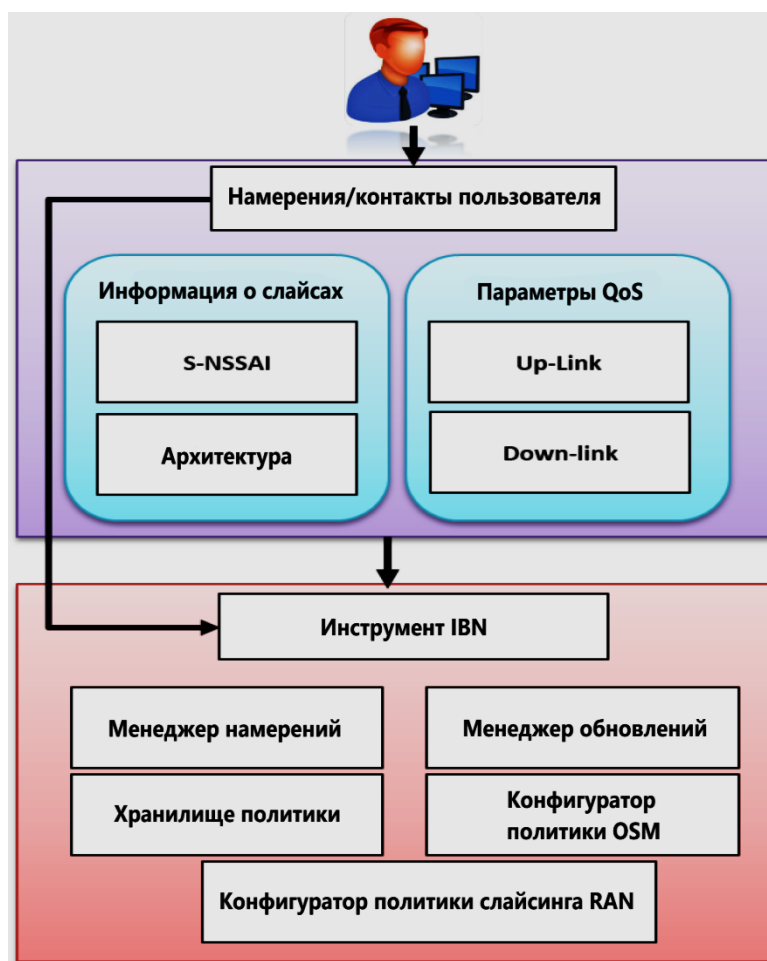


Рис. 3. Пользовательские намерения или разработка контрактов с необходимыми атрибутами

С применением протокола FlexRAN возможно эффективное управление работой каждой eNB. Абстрактное представление контроллера FlexRAN, а также связь с плоскостью eNodeB показаны на рисунке 4. Через северный интерфейс (northbound-API) сторонние приложения мониторинга и управления взаимодействуют с главным контроллером. В обязанности этих приложений входит изменение ресурсов RAN путем проверки статистики и журналов мониторинга eNB в плоскости управления FlexRAN [11]. Наконец, после получения конфигураций слайсов от конфигулятора политик RAN контроллер FlexRAN развертывает эти конфигурации срезов на eNB. Кроме того, он может совместно использовать ресурсы RAN с помощью главного контроллера и агентов. Хотя контроллер также может отслеживать и контролировать ресурсы RAN, эти журналы мониторинга могут быть использованы в моделях глубокого обучения для принятия решения о развертывании сегментов сети.

Широко известной моделью, применяемой преимущественно для обработки изображений, видео и задач компьютерного зрения, является технология глубокого обучения GAN. Однако в данном случае она будет состоять из двух ключевых компонентов – генератора ( $G$ ) и дискриминатора ( $D$ ). Первый модуль

генерирует новые экземпляры данных, а модуль дискриминатора определяет, являются ли данные реальными или сгенерированными [12]. В системе были применены две модели: LSTM (аббр от англ. Long-Short Term Memory) в качестве генератора и сверточной нейронной сети (CNN, аббр от англ. Convolutional Neural Network) в качестве дискриминатора с целью прогнозирования использования ресурсов сети, таких как CPU, RAM и других, что продемонстрировано на рисунке 5.

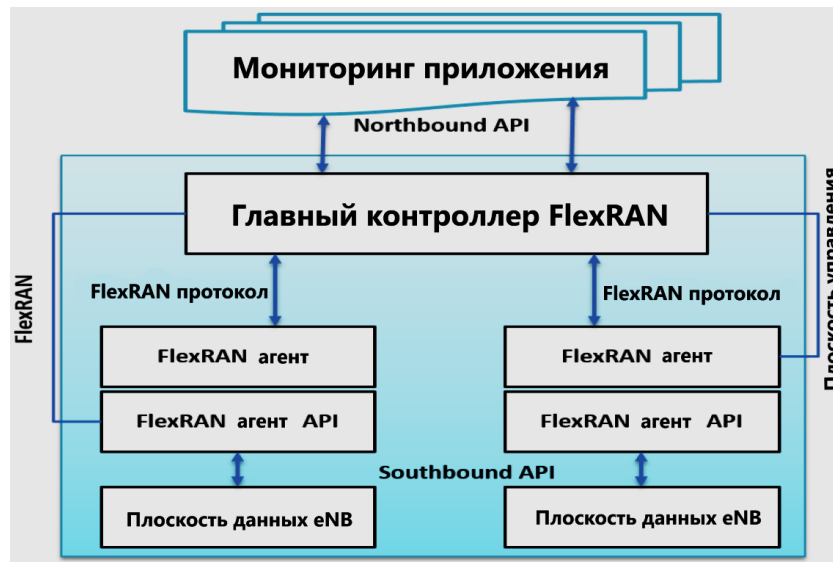


Рис. 4. Абстрактное представление контроллера FlexRAN

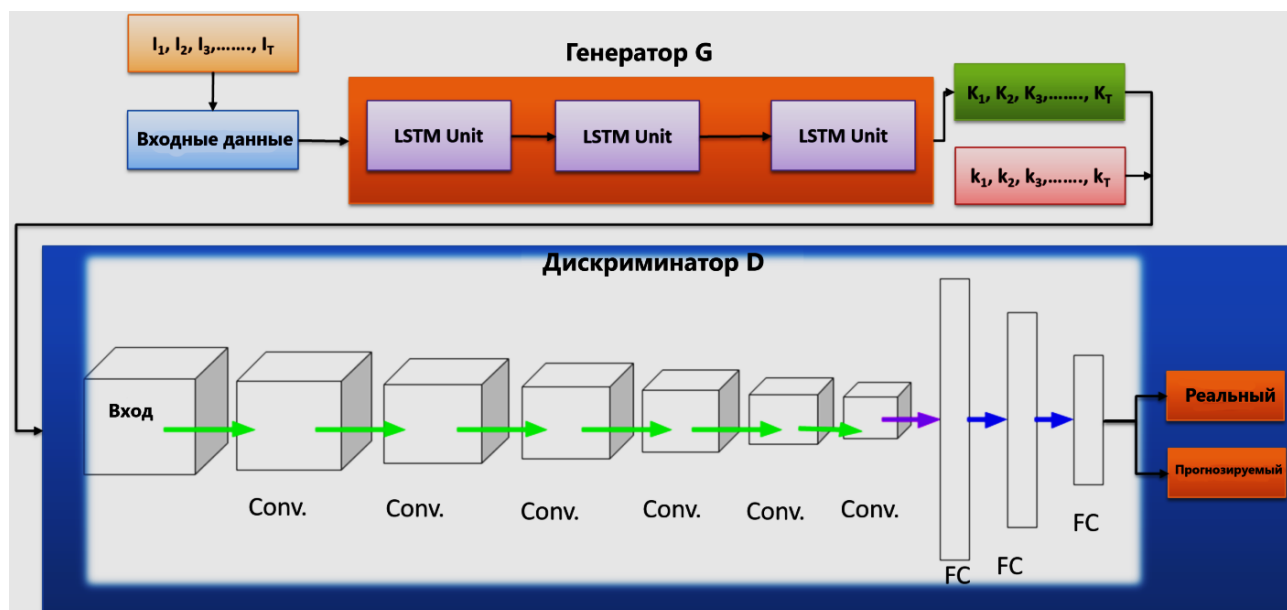


Рис. 5. Модель глубокого обучения GAN

Для анализа временных рядов на предмет предсказания событий, прогнозирования трафика, обработки естественного языка и распознавания рукописного текста используется LSTM сеть, относящаяся к семейству моделей нейронных сетей: RNN (аббр. от англ. Recurrent Neural Networks). Модели RNN могут хранить и отслеживать все предыдущие точки данных, поэтому они



лучше всего подходят для работы с наборами данных временных рядов. Так как информация о сетевом трафике или использовании ресурсов представляет собой временные ряды, LSTM следует использовать как генеративную модель, которая на основе входных параметров будет создавать выходные данные об использовании ресурсов. Модель CNN в основе дискриминатора прогнозирует использование ресурсов, принимая входные или генерируемые данные от модуля  $G$ . Обучение CNN происходит за счет приема и обработки трехмерных входных данных, содержащих полностью связанные слои (FCL, аббр. от англ. Fully Connected Layer) для наиболее точного прогнозирования. Она оценивает вероятность: являются ли входные данные реальными или предсказанными предыдущим модулем. Обе модели ( $G, D$ ) обучаются на реальных и сгенерированных наборах с использованием метода стохастического градиентного спуска (SGD, аббр. от англ. Stochastic Gradient Descent). Конечным результатом является статистика использования ресурсов базовых виртуальных машин для каждого слайса в будущий момент времени  $t$ , после чего спрогнозированные значения будут использоваться менеджером обновления ресурсов инструментария IBN. Данная прогнозируемая статистика полезна для формирования сетевых слайсов, масштабирования ресурсов, восстановления после сбоев и управления ресурсами сети.

Рассмотрев основные элементы сети, следует описать процесс создания слайса RAN. Пользователь с помощью графического интерфейса инструмента IBN задает требования к слайсу, в том числе информацию о каналах (восходящем и нисходящем), указывает время начала и окончания работы, а также параметры отдельного сетевого сегмента (SNSSAI, аббр. от англ. Single Network Slice Selection Assistance Information). Затем менеджер намерений системы IBN с помощью хранилища ресурсов и базы данных политик создает виртуальный сетевой граф политик (VNFFG, аббр. от англ. Virtual Network Function Forwarding Graph Descriptor). Информация о необходимых ресурсах ядра и RAN, в том числе о связях между ними будет храниться в данном графе. В дальнейшем этот граф будет направлен в конфигуратор политики для дальнейшей обработки. Попадая в конфигуратор политики OSM, граф переводится в формат JSON-строки. В свою очередь, информация о графе политики преобразуется в формат TOSCA, а также в JSON-файл с помощью конфигулятора политики RAN. Затем для развертывания ресурсов ядра EPC конфигуратор политики OSM передает полученные конфигурации в OSM NFVO. Дополнительно JSON-файл отправляется конфигуратором политики RAN к контроллеру FlexRAN, который в свою очередь развертывает слайс соответствующего QoS, на eNodeB. В нем также содержится информацию о выделенном MME и SNSSAI слайса, который соединяет RAN с ядром EPC. Шаблон фрагмента в формате JSON-строки также используется при развертывании VNF ядра EPC с использованием OSM NFVO и VIM (OpenStack). Как только слайс будет создан, уведомление от IBN будет отправлено пользователю. Таким образом, создание сетевого слайса не требует сложных специальных навыков или обильного вмешательства человека с использованием ручного труда. Пользователь может указать требования к QoS слайса, перетаскивая элементы из графического ин-

терфейса IBN, а система автоматически преобразует эти требования QoS в виде шаблона слайса и оптимально распределяет ресурсы.

### Выводы

На сегодняшний день ввиду сложности технологий и ограниченных временных параметров сетей 5G существует потребность в автоматизированной системе, в которой пользователь должен предоставить свои намерения относительно вычислительных и сетевых ресурсов, а система, в свою очередь, развернет эти ресурсы динамически. Автоматическое формирование политики, активация ресурсов, обеспечение ресурсов и мониторинг являются важными функциями для работы системы. Существует множество подходов к слайсингу доменов RAN и ядра независимо друг от друга, однако лишь некоторые способны выполнять сквозной слайсинг для обоих доменов. Более того, система IBN автоматизирует процесс формирования комплекса политик для доменов RAN и ядра сети. В отличие от традиционных систем формирования слайсов, предлагаемая система IBN имеет модуль перевода намерений, который может переводить требования пользователя в сетевые политики с помощью специализированных конфигураторов. Кроме того, данная система предоставляет возможность отслеживать виртуальные и физические ресурсы с применением OpenStack Neutron и приложения для контроллера FlexRAN. Для эффективного управления ресурсами можно использовать прогнозирование модуля ИИ. В отличие от ранее созданных систем, данная система обладает уникальным функционалом, автоматизируя процесс генерации политик и создания слайсов с помощью подхода, основанного на IBN.

Таким образом, рассматриваемая реализация платформы для сегментации сетей на основе намерений дает операторам возможность гибкой настройки и развертывания сетевых сервисов. С помощью графического интерфейса приложения IBN, в котором пользователи определяют требования QoS путем ввода конфигураций верхнего уровня, оператор может создавать сетевые слайсы. В свою очередь, при использовании конфигураторов политик OSM и RAN системой IBN разрабатывается шаблон слайса, после чего конфигурации отправляются сетевому оркестратору OSM и контроллеру FlexRAN для развертывания ресурсов. Таким образом для операторов сети появляется возможность автоматизации процесса конфигурирования сети и создания слайсов. При этом, принимая решение о допуске к использованию фрагментов, менеджер намерений обращается к модели глубокого обучения GAN, которая прогнозирует состояние ресурсов сети в момент выполнения программы.

### Литература

1. Abbas K., Afaq M., Ahmed Khan T., Rafiq A., Song W.-C. Slicing the Core Network and Radio Access Network Domains through Intent-Based Networking for 5G Networks. // Electronics. 2020. Vol. 9. Iss. 10. P. 1710. DOI:10.3390/electronics9101710

2. Гребенщикова А. А., Елагин В. С. Моделирование данных трафика для оценки слайсинга в умной системе 5G на обратной линии связи // Информационные технологии и телекоммуникации. 2020. Т. 8. № 2. С. 44–54. DOI: 10.31854/2307-1303-2020-8-2-44-54
3. Afolabi I., Taleb T., Frangoudis P. A., Bagaа M., Ksentini A. Network Slicing-Based Customization of 5G Mobile Services // IEEE Network. 2019. Vol. 33. Iss. 5. PP. 134–141. DOI: 10.1109/MNET.001.1800072
4. Елагин В. С., Врублевский Г. М., Мирзоев Э. И., Эктова А. И. Обзор основных направлений услуг сетей 5G и их интеграция с умеренным анализом сетевых данных // Информационные технологии и телекоммуникации. 2021. Т. 9. № 2. С. 30–39. DOI: 10.31854/2307-1303-2021-9-2-30-39
5. Clemm A., Ciavaglia L., Granville L. Z., Tantsura J. Intent-Based Networking – Concepts and Definitions // RFC 9315. 2022. DOI: 10.17487/RFC9315
6. Li C., Havel O., Olariu A., Martinez-Julia P., Nobre J., et al. Intent Classification // RFC 9316. 2022. DOI: 10.17487/RFC9316
7. Rafiq A., Mehmood A., Khan T. A., Abbas K., Afaq M., et al. Intent-Based End-to-End Network Service Orchestration System for Multi-Platforms // Sustainability. 2020. Vol. 12. Iss. 7. P. 2782. DOI: 10.3390/su12072782
8. Khan T. A., Mehmood A., Diaz Rivera J. J., Song W.-C. Machine Learning Approach for Automatic Configuration and Management of 5G Platforms // Proceedings of the 20th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS). IEEE, 2019. DOI: 10.23919/APNOMS.2019.8893119
9. Khan T. A., Mehmood A., Diaz Ravera J. J., Muhammad A., Abbas K., et al. Intent-Based Orchestration of Network Slices and Resource Assurance using Machine Learning // Proceedings of IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium (NOMS). IEEE, 2020. DOI: 10.1109/NOMS47738.2020.9110408
10. Khan T. A., Mehmood A., Muhammad A., Abbas K., Song W. -C. Generic Intent-Based Networking Platform for E2E Network Slice Orchestration and Lifecycle Management // Proceedings of the 21st Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS). 2020. DOI: 10.23919/APNOMS50412.2020.9236962
11. Foukas X., Nikaеin N., Kassem M. M., Marina M. K., Kontovasilis K. FlexRAN: A Flexible and Programmable Platform for Software-Defined Radio Access Networks // Proceedings of the 12th International on Conference on emerging Networking EXperiments and Technologies (CoNEXT '16). New York: ACM, 2016. PP. 427–441. DOI: 10.1145/2999572.2999599
12. Hua Y., Li R., Zhao Z., Chen X., Zhang H. GAN-powered Deep Distributional Reinforcement Learning for Resource Management in Network Slicing // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. 2019. Vol. 38. Iss. 2. PP. 334–349. DOI: 10.1109/JSAC.2019.2959185

**Статья поступила 11 декабря 2023 г.**  
**Одобрена после рецензирования 27 декабря 2023 г.**  
**Принята к публикации 28 декабря 2023 г.**

## Информация об авторах

*Елагин Василий Сергеевич* – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры Инфокоммуникационных систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. E-mail: v.elagin@sut.ru

*Митин Егор Олегович* – магистрант 2 курса (направление 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи) Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. E-mail: egor.mitin.2000@mail.ru

## Technological Aspects of IBN Technology for Slicing at 5G Multiservice Network

**Elagin V., Mitin E.** ✉

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications,  
St. Petersburg, 193232, Russian Federation

**Purpose:** *The 5G network offers a variety of services, each of which requires specific parameters such as performance, throughput, reliability and latency. In this regard, network virtualization is a robust solution known as network slicing that provides support for different types of services and provides resources that match the needs of each service. The purpose of this review is to examine the implementation of a slicing platform within a 5G multiservice intent-based network that allows network operators to deploy network services in a flexible and customizable manner. Results:* *The considered system architecture provides the ability to monitor virtual and physical resources using OpenStack Neutron and the FlexRAN controller application. In addition, the implementation of the platform for intent-based network segmentation under consideration gives operators the ability to deploy network services in a flexible and customizable manner.*

**Key words:** *Intent-based network, 5G, slicing, IBN, FlexRAN, GAN*

## Information about Authors

*Vasiliy Elagin* – candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Infocommunication Systems (The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications). E-mail: v.elagin@sut.ru

*Egor Mitin* – a 2nd year master's student (The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications). E-mail: egor.mitin.2000@mail.ru