

Анализ эффективности использования частотно-временного ресурса для различных CORESET-конфигураций в сетях 5G NR *

Т. С. Шелихова, В. Г. Дроздова

Сибирский гос. унив. телекоммуникаций и информатики (СибГУТИ)

Аннотация: Мобильные сети 5-го поколения New Radio предназначены для решения задач обеспечения беспроводным доступом к сети Интернет пользователей с самыми разными требованиями к качеству обслуживания. Для осуществления этих задач функции распределения ресурсов радиointерфейса, реализуемые производителями оборудования и программного обеспечения на базовых станциях, должны динамически информировать пользователей о своих решениях посредством так называемых элементов каналов управления, которые, в свою очередь, располагаются в области сконфигурированных CORESET. Настройка и конфигурация параметров CORESET оказывает существенное влияние на эффективность использования ресурсов радиоканала. В рамках данной статьи рассмотрены вопросы конфигурации CORESET и их влияние на ключевые показатели эффективности использования радиоресурсов.

Ключевые слова: 5G, NR, New Radio, PDCH, CORESET.

Для цитирования: Шелихова Т. С., Дроздова В. Г. Анализ эффективности использования частотно-временного ресурса для различных CORESET-конфигураций в сетях 5G NR // Вестник СибГУТИ. 2023. Т. 17, № 4. С. 97–108. <https://doi.org/10.55648/1998-6920-2023-17-4-97-108>.



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0
License

© Шелихова Т. С., Дроздова В. Г., 2023

Статья поступила в редакцию 31.05.2023;
переработанный вариант – 14.07.2023;
принята к публикации 23.07.2023.

1. Введение

В настоящее время сети 5G NR представляют собой одну из наиболее перспективных технологий беспроводной связи, которая уже находится в процессе коммерциализации. Эти сети обеспечивают более высокий уровень производительности, надежности и масштабируемости по сравнению с предыдущими поколениями мобильных сетей [1]. Разработка программного обеспечения для таких технологий является нетривиальной задачей, в ходе которой производители базовых станций имплементируют различные алгоритмы, обеспечивающие эффективное (прежде всего, в смысле использования вычислительных ресурсов процессора или ПЛИС) функционирование системы в соответствии со стандартными спецификациями 3GPP (3rd Generation Partnership Project) [2]. Однако в стандартах 5G, как правило, описываются лишь общие принципы функционирования и не затрагиваются вопросы реализации самих алгоритмов, в связи с чем разработка данных алгоритмов становится актуальной

* Работа выполнена в рамках государственного задания № 123030900019-8.

задачей, особенно с учетом огромного количества входных параметров, оказывающих существенное влияние на результирующую производительность системы.

Одним из важных аспектов разработки и оптимизации сетей 5G NR является использование так называемых CORESET-ресурсов (Control Resource Set). CORESET представляют собой набор ресурсов, выделенных для передачи управляющей информации CCE (например, управляющих каналов PDCCH). CORESET может быть настроен для различных сценариев использования, что позволяет оптимизировать качество обслуживания и использование ресурсов сети.

Изучение понятия CORESET является актуальным в контексте разработки и оптимизации сетей 5G NR. Многие исследования, направленные на улучшение производительности и надежности в 5G NR, уделяют внимание именно CORESET-ресурсам [3–5]. В частности, изучение возможностей и ограничений использования CORESET-ресурсов является важным элементом оптимизации показателей качества обслуживания в 5G NR, как показано в [6].

В [7] авторами выполнен всесторонний анализ вероятности блокировки канала трафика из-за перегрузки по PDCCH для различных размеров CORESET-канала.

Таким образом, исследование различных конфигураций CORESET является важным шагом в оптимизации использования ресурсов сети 5G NR. Полученные в этом исследовании данные могут быть использованы для дальнейшей оптимизации параметров сети и повышения ее эффективности.

2. Нисходящий канал управления PDCCH и форматы DCI

Для назначения пользователям частотно-временных ресурсов в обоих направлениях (нисходящий канал DL и восходящий канал UL) планировщик базовой станции gNB (Scheduler – программная реализация функции динамического распределения радиоресурсов) использует физический нисходящий канал управления PDCCH (Physical Downlink Control Channel) [8]. Этот канал используется на радиоинтерфейсе 5G для того, чтобы передавать абонентам так называемые DCI-сообщения (Downlink Control Information – информация канала управления PDCCH). DCI – это как раз те данные, которые будут на выходе функции Scheduler.

DCI-сообщения требуются для того, чтобы проинформировать пользователей UE (User Equipment) о том, как распределены ресурсы DL/UL, а именно каналы PDSCH/PUSCH: в каких слотах (или даже мини-слотах), в каких частотных ресурсных блоках и с какой кодово-модуляционной схемой MCS (Modulation and coding Scheme) передаются данные.

UE принимает решение о том, что данный DCI предназначен именно ему, благодаря тому что на gNB этот DCI скремблируется с помощью C-RNTI пользователя (Cell Radio Network Temporary ID – временный идентификатор UE на радиоинтерфейсе). Аналогично абонент определяет, что DCI используется для назначения ресурсов под процедуры пейджинга (вызова абонентов), ответа на запросы при случайном доступе RAR (Random Access Response), блоков системной информации SIB (System Information Block) – эти DCI скремблированы соответствующими известными всем абонентам идентификаторами.

Если UE не смог декодировать PDCCH, который был назначен, например, канал PDSCH (Physical DL Shared Channel), он будет продолжать декодирование PDCCH в остальных PDCCH-кандидатах с учетом уровня агрегирования элементов канала управления CCE (Control Channel Elements), который может быть повышен при следующей попытке декодирования в рамках адаптации канала.

Кроме того, стоит отметить, что стандартом 3GPP TS 38.212 [9] описываются различные форматы DCI-сообщений, которые используются базовой станцией в зависимости от того, под какие именно данные выделяется частотно-временный ресурс ее планировщиком.

3. Агрегация элементов канала управления CCE и конфигурация ресурсов для CORESET

Минимальная порция частотно-временного ресурса в сетях 5G NR внутри канала управления PDCCH, с помощью которой можно распределять ресурсы остальных каналов, называется элементом канала управления CCE [8]. Уровень агрегации CCE PDCCH – это число элементов канала управления CCE, необходимое для передачи DCI, предназначенного одному пользователю или пользователям, слушающим широковещательные сообщения. Один CCE состоит из 72 ресурсных элементов (Resource Elements RE) или из 6 REG (RE Group=12 Res). Стандартом 3GPP TS38.212, п. 7.3. [9] предусматривается возможность агрегации 1, 2, 4, 8 и 16 CCE для пользователей, при этом возможное число DCI-кандидатов определяется уровнем агрегации AL (Aggregation Level). На рис. 1 показан пример агрегации CCE в нисходящем канале управления PDCCH.

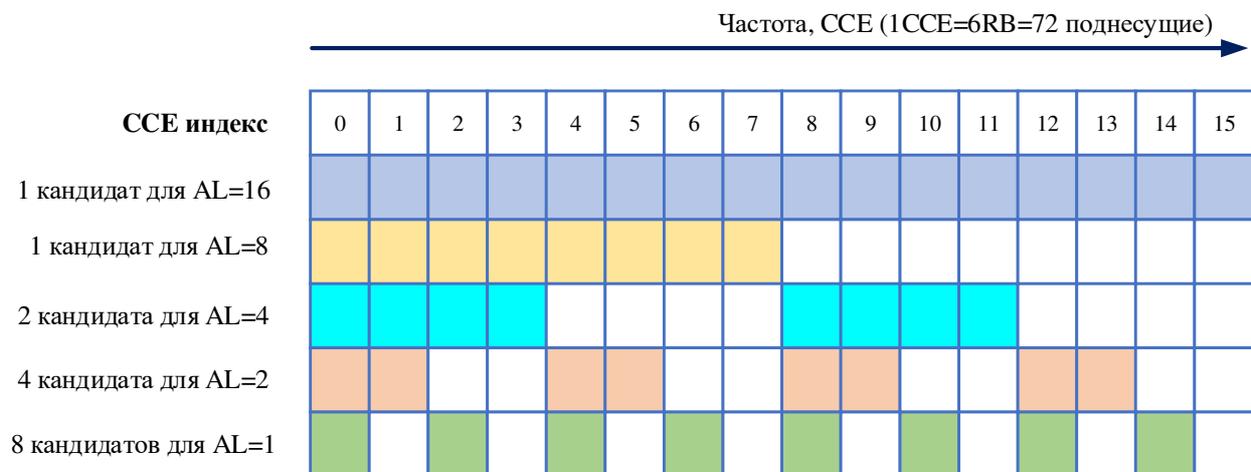


Рис. 1. Агрегация CCE в нисходящем канале управления PDCCH

Стоит отметить, что не все из 72 RE-элементов в REG выделены под PDCCH, а лишь 54. 18 ресурсных элементов предназначены для передачи пилотных сигналов DM-RS (демодуляционные опорные сигналы), с помощью которых абонентские станции и выполняют оценку канала.

Канал PDCCH, структурированный в форме CCE, передается внутри области CORESET. Различают CORESET#0, предназначенный для назначения SIB1-блока, и другие типы – для всего остального (хотя в CORESET#0 и не запрещено передавать другие DCI). Принципиально отличается подход к планированию этих типов CORESET. Ресурсы 0-го CORESET всегда распределяются в рамках параметров, передаваемых внутри MIB-блока (канал PBCH), в то время как конфигурация остальных CORESET осуществляется через RRC-сообщения (RRC – Radio Resource Control [10]) во время установления соединения. На рис. 2 показан пример информационного элемента внутри RRC-сообщения, с помощью которого конфигурируется CORESET#1. Во-первых, это параметр *frequencyDomainResources*, значение которого является битовой последовательностью, где единицы – это группы ресурсных блоков (CCE), объединенные по 6, которые можно использовать для передачи CORESET, а нули – соответственно, CCE, не содержащие в себе данные канала PDCCH.

pdccch-Config setup :

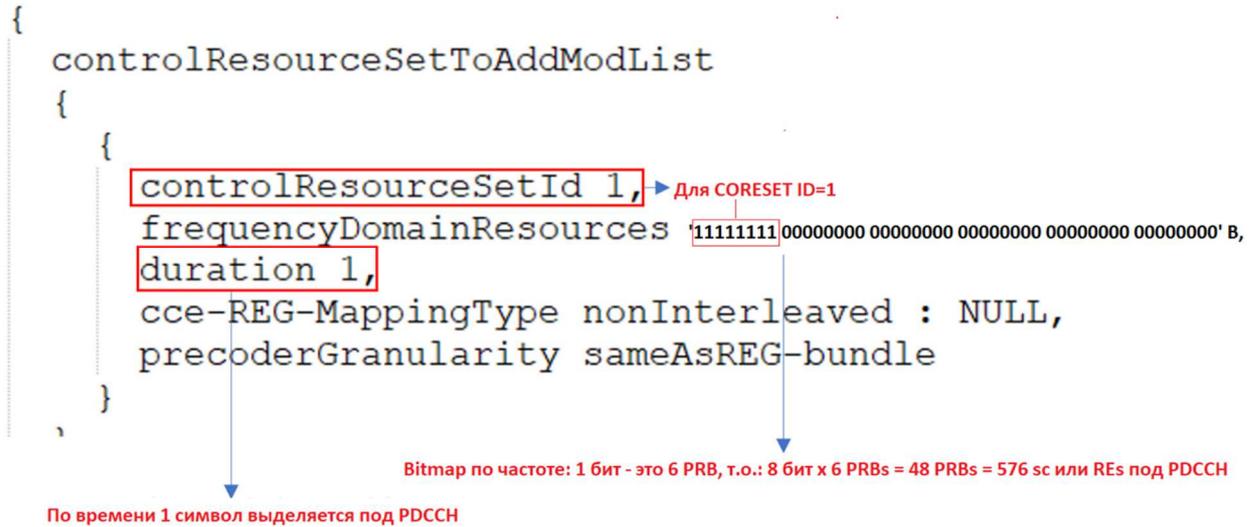


Рис. 2. Пример параметров, конфигурирующих CORESET#1

Второй параметр – *duration*. Это длительность CORESET внутри слота в символах. Кроме того, параметрами *cce-REG-MappingType* и *PrecoderGranularity* можно сконфигурировать возможность дополнительного перемежения CCE и способа прекодирования.

4. Конфигурация пространства поиска (Search Space)

Абоненты NR обычно не должны декодировать каждого PDCCH-кандидата, так как это слишком вычислительно затратно (вызов функции полярного декодирования, перемежителя, вычисления CRC и пр.). Вместо этого пользователям конфигурируются так называемые пространства поиска Search Spaces (SS).

Search Space – это набор последовательных CCE, которые абоненты должны считывать с некоторой заданной периодичностью, находясь в состоянии RRC_Connected, ожидая, что в одном из таких пространств им могут быть выделены ресурсы планировщиком (то есть придет DCI, скремблированный C-RNTI-идентификатором данного пользователя).

Существует два типа Search Spaces для управления ресурсами на каждой несущей (Component Carrier):

- Common Search Space (CSS): CRC для DCI таких пространств скремблируются SI-RNTI (System Information), RA-RNTI (Random Access), TC-RNTI (Temporary Cell RNTI), P-RNTI (Paging), INT-RNTI (Interruption), SFI-RNTI (Slot Format Indication), TPC-PUCCH-RNTI (Tx Power Control), TPC-PUSCH-RNTI, TPC-SRS-RNTI, C-RNTI (Cell RNTI), CS-RNTI (Configured Scheduling). То есть это пространство используется для назначения общих управляющих каналов (CCCH, BCCH, PCCH). Это пространство поиска могут декодировать все абоненты соты.

- UE-Specific Search Space (USS): CRC для DCI таких пространств скремблируются C-RNTI (Cell RNTI), CS-RNTI (Configured Scheduling). Они предназначены для назначения каналов, выделенных пользователям UE (DTCH, DCCH).

В 3GPP-спецификации TS 38.212 [9] говорится, что UE должны декодировать PDCCH в 4 USS с уровнями агрегации 1, 2, 4 и 8 и 2 CSS с уровнями AL 4 и 8.

CSS- и USS-пространства для различных абонентов могут мультиплекироваться на CCE-уровне. Для того чтобы эффективно использовать ресурсы и минимизировать конфликты, одни и те же REG/CCE могут быть совместно использованы разными пространствами поиска, но каждое пространство может хэшировать различные CCE. В TS 38.213, п. 10.1 [11] приводится маппинг между типами RNTI и PDCCH Search Space. Там же описывается, как происходит процесс поиска нужного абонентским станциям SS. На рис. 3 представлен пример

информационных элементов для *pdccch-Config*, который используется терминалами для того, чтобы идентифицировать те SS, которые требуется декодировать.

```

pdccch-ConfigCommon setup :
{
  commonControlResourceSet
  {
    controlResourceSetId 1,
    frequencyDomainResources '11111111 11100000 00000000 00000000 00000000 00000000 'B,
    duration 1,
    cce-REG-MappingType nonInterleaved : NULL,
    precoderGranularity sameAsREG-bundle
  }
  {
    's' -SS id searchSpaceId 1,
    controlResourceSetId 1, он же 'p' - CORESET ID
    monitoringSlotPeriodicityAndOffset s11 : NULL, kp,s и op,s
    monitoringSymbolsWithinSlot '10000000 000000'B,
    nrofCandidates
    {
      aggregationLevel1 n0,
      aggregationLevel2 n0,
      aggregationLevel4 n0,
      aggregationLevel8 n1, Число кандидатов
      aggregationLevel16 n0
    },
    searchSpaceType common :
    {
      dci-Format0-0-AndFormat1-0
      ra-SearchSpace 1
    },
    searchSpaceId 2, 's' -SS id
    controlResourceSetId 1,
    monitoringSlotPeriodicityAndOffset s11 : NULL,
    monitoringSymbolsWithinSlot '10000000 000000'B,
    nrofCandidates
    {
      aggregationLevel1 n0,
      aggregationLevel2 n2, Число кандидатов
      aggregationLevel4 n0,
      aggregationLevel8 n0,
      aggregationLevel16 n0
    },
    searchSpaceType ue-Specific :
    {
      dci-Formats formats0-1-And-1-1
    }
  }
}
    
```

Рис. 3. Пример параметров, конфигурирующих CORESET#1

Для начала абонентам необходимо определить индексы или номера PDCCH-кандидатов $CCEindex_{m_s, n_{CI}}$, которые нужно декодировать (m – это индекс кандидата в SS, s – индекс слота в кадре). Это делается с помощью формулы:

$$CCEindex_{m_s, n_{CI}} = L \cdot \left\{ \left(Y_{p, n_{s,f}^\mu} + \frac{m_{s, n_{CI}} \cdot N_{CCE, p}}{L \cdot M_{p, s, max}^{(L)}} + n_{CI} \right) \bmod N_{CCE, p} / L \right\} + i, \quad (1)$$

где $L \in \{1, 2, 4, 8, 16\}$ – это уровень агрегации CCE;

$Y_{p, n_{s,f}^\mu} = 0$ – для CSS и

$$Y_{p, n_{s,f}^\mu} = \left(A_p \cdot Y_{p, n_{s,f}^\mu - 1} \right) \bmod D, Y_{p, -1} = n_{RNTI} \neq 0; \quad (2)$$

- $A_p = 39827$ для $p \bmod 3 = 0$;
- $A_p = 39829$ для $p \bmod 3 = 1$;
- $A_p = 39839$ для $p \bmod 3 = 2$;

$D = 65537$;

$i = 0, \dots, L - 1$;

$N_{CCE,p}$ – число ССЕ в корсете p ;

n_{CI} – индикатор несущей (carrier indicator), нужен только для Cross-Carrier Scheduling, во всех остальных случаях, включая все CSS = 0;

$m_{s,n_{CI}} = 0, \dots, M_{p,s,n_{CI}}^{(L)} - 1$ – индексы сконфигурированных абонентам PDCCH-кандидатов с L -уровнем агрегации в s -пространстве p -го корсета;

$M_{p,s,n_{CI}}^{(L)}$ – число сконфигурированных кандидатов;

$M_{p,s,max}^{(L)} = M_{p,s,0}^{(L)}$ для любого CSS;

$M_{p,s,max}^{(L)} = \max(M_{p,s,n_{CI}}^{(L)})$ для USS;

n_{RNTI} – это C-RNTI.

Рассмотрим Алгоритм 1 для определения абонентскими станциями индексов ССЕ, которые требуется декодировать для кандидатов USS с разными уровнями агрегации.

Алгоритм 1: Определение абонентскими станциями индексов ССЕ, которые требуется декодировать для кандидатов USS с разными уровнями агрегации

Входные параметры: $A = [39827, 39829, 39839]$, $N_{CCE,p} = 11$, $n_{RNTI} = 100$, $D = 65537$, $i = 0$, $n_{CI} = 0$, $M_{p,s,max}^{(L)} = 4$.

Выход функции: матрица значений индексов для слотов, типов CORESET и кандидатов $CCEindex$;

For $p = 0$; $p \leq 2slot \leq workTime$; $p ++slot ++$ // цикл по всем CORESET

| **For** $slot = 0$; $slot \leq 9slot \leq workTime$; $slot ++slot ++$ // цикл по слотам кадра с 15кГц SCS

| | if $slot = 0$

| | | $Y_{p,slot} = (A_p \cdot n_{RNTI}) \bmod D$

| | else

| | | $Y_{p,slot} = (A_p \cdot Y_{p,slot-1}) \bmod D$

For $slot = 0$; $slot \leq 9slot \leq workTime$; $slot ++slot ++$ // цикл по слотам кадра с 15кГц SCS

| **For** $m = 0$; $m \leq M_{p,s,max}^{(L)}$ $slot \leq workTime$; $m ++slot ++$ // цикл по индексам сконфигурированных абонентам

| // PDCCH-кандидатов с L -уровнем агрегации в s -пространстве p -го корсета

| | $CCEindex_{slot,m} = L \cdot \left\{ \left(Y_{p,slot} + \frac{m_{s,n_{CI}} \cdot N_{CCE,p}}{L \cdot M_{p,s,max}^{(L)}} + n_{CI} \right) \bmod \frac{N_{CCE,p}}{L} \right\} + i$

Возвращается матрица значений индексов для слотов, типов CORESET и кандидатов $CCEindex$

На рис. 4 продемонстрирован пример получившихся значений индексов кандидатов внутри отдельных слотов и для разных типов CORESET для $L = 2$.

		CORESET#0				CORESET#1				CORESET#2			
		0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
СЛОТЫ	0	0	2	4	8	0	2	4	8	0	2	4	8
	1	6	8	0	4	4	6	8	2	0	2	4	8
	2	6	8	0	4	6	8	0	4	2	4	6	0
	3	4	6	8	2	8	0	2	6	4	6	8	2
	4	4	6	8	2	2	4	6	0	6	8	0	4
	5	2	4	6	0	0	2	4	8	6	8	0	4
	6	6	8	0	4	8	0	2	6	0	2	4	8
	7	0	2	4	8	4	6	8	2	6	8	0	4
	8	2	4	6	0	6	8	0	4	8	0	2	6
	9	0	2	4	8	8	0	2	6	2	4	6	0

Рис. 4. Пример вычисленных CCE-индексов для различных слотов и кандидатов в CORESET

Иными словами: абонент с $C-RNTI = 100$ в 0-м слоте CORESET#0 ($p = 1$) будет считывать CCE с индексами 0 и 1 ($L = 2$); абонент с $C-RNTI = 100$ в 1-м слоте CORESET#0 ($p = 1$) будет считывать CCE с индексами 2 и 3 ($L = 2$) и т.д. Таким образом, функция распределения ресурсов на базовой станции, зная $C-RNTI$ абонентов, с помощью описанной выше хэш-функции легко определит, какие индексы CCE будут использовать для последующего декодирования терминалы в USS CORESET, и именно в эти CCE данная функция размещает соответствующие DCI. Также очевидно, что несколько абонентов могут сканировать одни и те же CCE-индексы, и чем меньше размер CORESET, тем выше данная вероятность.

5. Оценка эффективности использования частотно-временных ресурсов для 5G NR для различных конфигураций CORESET

Для оптимизации использования частотно-временного ресурса в 5G NR необходимо провести оценку эффективности использования каждой конфигурации CORESET в различных сценариях. Оценка может включать в себя различные метрики производительности, такие как пропускная способность, задержка, эффективность передачи данных и другие.

Для оценки эффективности использования частотно-временного ресурса при различных конфигурациях CORESET могут быть использованы методы моделирования или симуляции в различных сценариях использования сети 5G NR. Эти методы могут помочь определить оптимальную конфигурацию CORESET для достижения наилучшей производительности сети.

Имитационная модель для механизма распределения ресурсов радиointерфейса в 5G NR и назначения каналов трафика PDCSH была выполнена в программной среде Mathcad 15 в соответствии с упрощенным алгоритмом, показанным на рис. 5.

Для имитационного моделирования были использованы следующие входные параметры:

- ширина полосы частот – 100 МГц;
- максимальное число ресурсных блоков – 273 PRB;
- разнос между поднесущими – 30 кГц;
- максимальный размер CORESET – 273 ресурсных блока на 2 символа (91 CCE);
- тип трафика абонентов – мультисервисный;
- алгоритм планировщика – round robin;
- уровни агрегирования CCE – 1/2/4/8/16;

- доля ССЕ для назначения канала PDSCH (нисходящий канал) – $2/3$;
- максимальное число абонентов – 50.

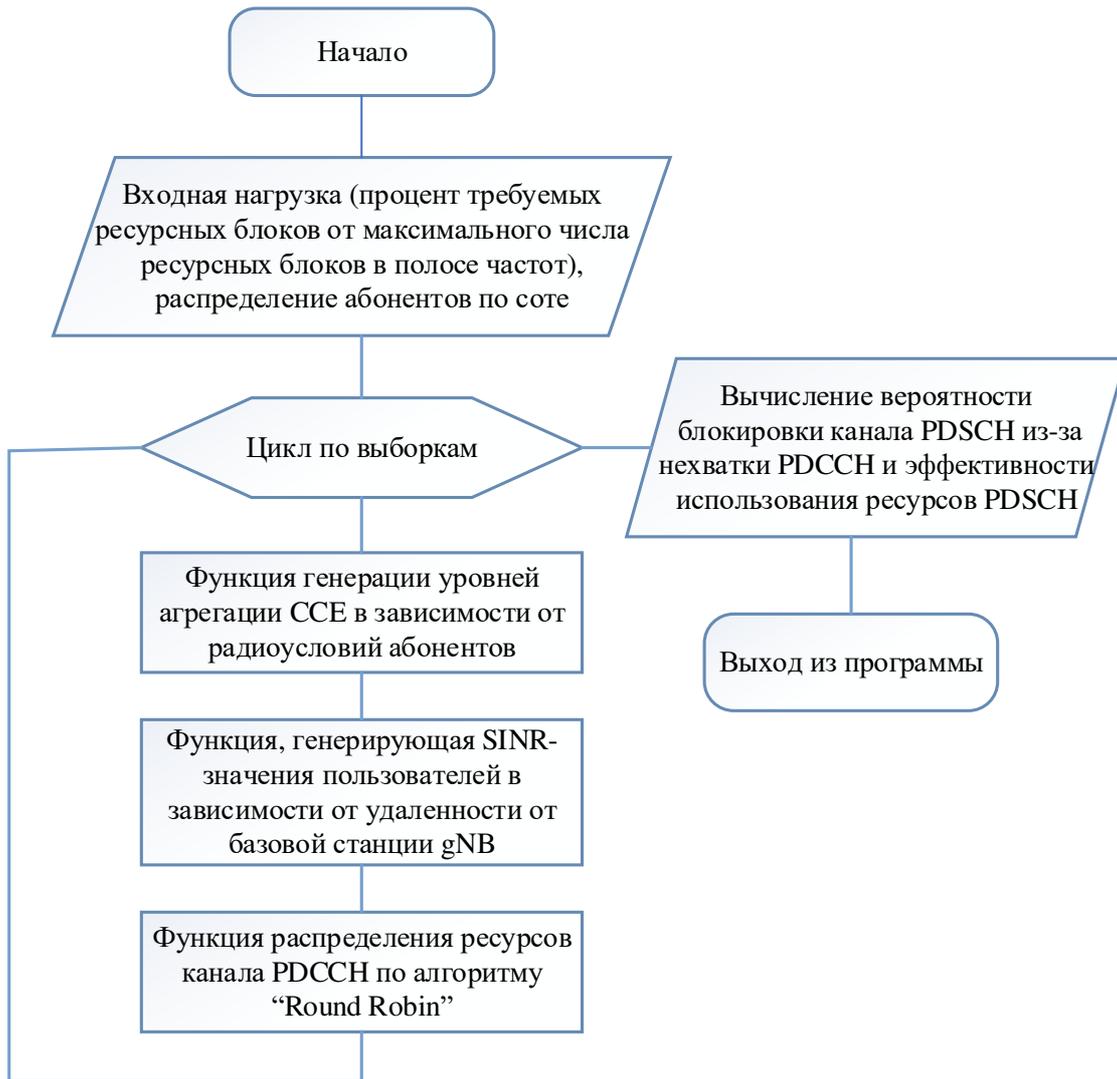


Рис. 5. Функциональная блок-схема алгоритма моделирования характеристик радиointерфейса NR

Иными словами: абонент с C-RNTI = 100 в 0-м слоте COREST#0 ($p = 1$) будет считывать ССЕ с индексами 0 и 1 ($L = 2$); абонент с C-RNTI = 100 в 1-м слоте COREST#0 ($p = 1$) будет считывать ССЕ с индексами 2 и 3 ($L = 2$).

В ходе имитационного моделирования были получены зависимости вероятности блокировки канала трафика, вызванной отсутствием свободных ССЕ (рис. 6а) и коэффициента эффективности использования частотно-временных ресурсов при передаче данных или КПД использования частотно-временного ресурса канала PDSCH (рис. 6б) от интенсивности входной нагрузки при различных возможных значениях уровня агрегирования каналов управления (1, 2, 4, 8, 16). Эффективность использования ресурсов радиоканала определяется как отношение числа использованных ресурсных блоков к общему количеству имеющихся блоков.

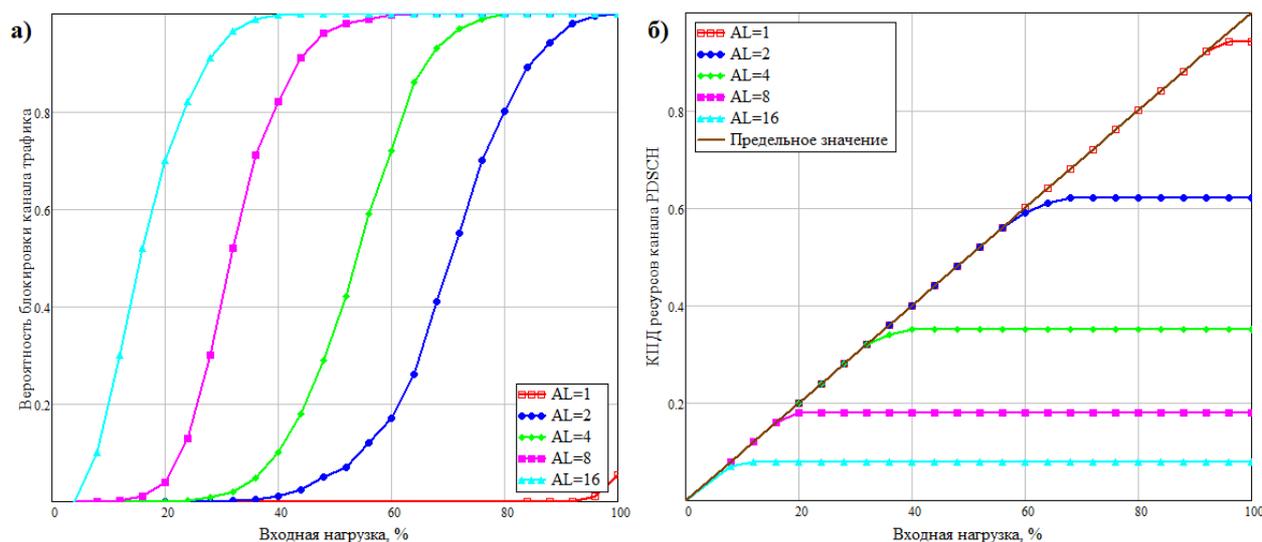


Рис. 6. Зависимости вероятности блокировки канала трафика (а) и КПД использования ресурсов канала PDSCH (б) от процента входной нагрузки

Очевидно, что если все абоненты находятся в идеальных радиоусловиях (им достаточно всего одного элемента канала управления), то ресурсов канала управления PDCCH (размера сконфигурированного CORESET) достаточно для того, чтобы назначить всем пользователям транспортные блоки. Однако следует отметить, что максимальное число одновременно активных абонентов при имитационном моделировании равно 50 и количество запрашиваемых ими ресурсных блоков варьировалось от 1 до 150, в зависимости от типа трафика и требуемой скорости передачи данных. Увеличение числа абонентов приводит к росту вероятности блокировки канала трафика и снижению относительной пропускной способности сети или коэффициента эффективного использования радиоресурсов канала PDSCH, особенно с увеличением уровня агрегации CCE от 1 до 16.

Уровень агрегации CCE повышается в случае ухудшения радиоусловий пользователей. Радиоусловия при моделировании определялись как отношение SINR (Signal to Noise and Interference Ratio), зависящее от удаленности пользователей от базовых станций. Анализируя зависимости, можно отметить, насколько значительный эффект оказывает ухудшение радиоусловий (уровень агрегирования выше одного) на эффективность использования радиоресурсов (на рис. 6б – КПД) – это число блоков, назначаемых пользователям из всех имеющихся. Абоненты оказываются в ситуации, когда им не достаются каналы управления (высокая вероятность блокировки), что блокирует использование каналов PDSCH для передачи трафика на уровне 10–60 %, в зависимости от агрегации CCE.

Таким образом, оценка эффективности использования частотно-временного ресурса для различных конфигураций CORESET является важным шагом в оптимизации параметров сети 5G NR. Методы моделирования и симуляции могут помочь определить оптимальную конфигурацию CORESET для различных сценариев использования сети и максимизировать ее производительность.

Проведение сравнительного анализа результатов моделирования позволяет определить, какие из конфигураций CORESET обеспечивают наилучшую производительность и эффективность передачи данных при различных параметрах сети.

Для обеспечения оптимального использования частотно-временного ресурса в конкретных сценариях использования 5G NR необходимо определить оптимальные настройки CORESET. Оптимальные настройки CORESET зависят от множества факторов, таких как скорость передачи данных, тип данных (голосовые сообщения, интернет вещей и т.д.), количество устройств, которые используют сеть, и многих других.

Таким образом, определение оптимальных настроек CORESET для конкретных сценариев использования 5G NR является важным шагом для обеспечения максимальной производительности и эффективности передачи данных. Для достижения этой цели необходимо проведение экспериментов и моделирования в различных сценариях использования сети.

6. Заключение

В настоящей работе проведено исследование вопросов использования частотно-временных ресурсов NR путем изменения конфигурации CORESET, количества UE с DCI в одном слоте и оценка вероятности блокирования каналом PDCCH блоков канала PDSCH для различных уровней агрегирования CCE и модели Full buffer.

Для определения оптимальной конфигурации CORESET и количества UE с DCI в одном слоте рекомендуется использовать следующие критерии: максимизация пропускной способности и минимизация вероятности блокировки каналом PDCCH ресурсов канала PDSCH.

Таким образом, оптимизация использования частотно-временных ресурсов NR путем изменения конфигурации CORESET, в частности адаптация AL для CCE, количества UE с DCI в одном слоте и оценка вероятности блокирования канала PDCCH является возможным способом улучшения эффективности использования ресурсов. Дальнейшие исследования могут быть проведены для проверки этих результатов на различных сценариях использования 5G NR.

Литература

1. *Rinaldi F., Raschellà A., Pizzi S.* 5G NR system design: a concise survey of key features and capabilities // *Wireless Networks*. 2021. P. 45.
2. 3GPP Specification series. URL: <https://www.3gpp.org/dynareport?code=38-series.htm>.
3. *Takeda K., Xu H., Kim T., Schober K., Lin X.* Understanding the Heart of the 5G Air Interface: An Overview of Physical Downlink Control Channel for 5G New Radio (NR) // *IEEE Communications Standards Magazine*. 2020. V. 4, Is. 3. P. 22.
4. *Volker B.* 5G NR Physical Downlink Control Channel: Design, Performance and Enhancements // *Proc. IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC)*, 2019. P. 1–6.
5. *Hamidi-Sepehr F.* 5G NR PDCCH: Design and Performance // *IEEE 5G World Forum (5GWF)*, 2018. P. 250–255.
6. *Xingqin L.* 5G New Radio: Unveiling the Essentials of the Next Generation Wireless Access Technology // *IEEE Communications Standards Magazine*. 2018. № 3. P. 30–37.
7. *Mozaffari M.* Blocking Probability Analysis for 5G New Radio (NR) Physical Downlink Control Channel // *Proc. IEEE International Conference on Communications (ICC)*, 2020. P. 1–6.
8. *Zaidi A., Athley F., Medbo J., Gustavsson U., Durisi G., Chen X.* 5G Physical Layer: Principles, Models and Technology Components. 2018. P. 322.
9. TS 38.212 NR; Multiplexing and channel coding.
10. TS 38.331 NR; Radio Resource Control (RRC); Protocol specification.
11. TS 38.213 NR; Physical layer procedures for control.

Шелихова Татьяна Сергеевна

старший преподаватель кафедры телекоммуникационных систем и вычислительных средств, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики (СибГУТИ, 630102, Новосибирск, ул. Кирова, д. 86), тел. +7 383 2698 272, e-mail: tana696@mail.ru, ORCID ID: 0009-0005-0415-4933.

Дроздова Вера Геннадьевна

к.т.н., доцент, зав. кафедрой телекоммуникационных систем и вычислительных средств, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики (СибГУТИ, 630102, Новосибирск, ул. Кирова, д. 86), тел. +7 383 2698 272, e-mail: drozdova@sibguti.ru, ORCID ID: 0009-0002-0427-9929.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад соавторов: Каждый автор внес равную долю участия как во все этапы проводимого теоретического исследования, так и при написании разделов данной статьи.

The Analysis of the Usage Efficiency of the Time-frequency Resources for Different 5G NR CORESET Configuration Settings

Tatiana S. Shelikhova, Vera G. Drozdova

Siberian State University of Telecommunications and Information Science (SibSUTIS)

Abstract: The 5G mobile networks is a New Radio for finding wireless access solutions for Internet access of users with the most demanding requirements for quality service. To implement it radio interface resource allocation functions implemented by hardware and software vendors at base stations must notify subscribers about their decisions with so-called control channels the functions of which are distributed in the CORESET configuration area. The settings of the CORESET parameters affect the efficiency of using radio channel resources. This article discusses CORESET issues and their impact on the efficiency of using radio resources.

Keywords: 5G, NR, New Radio, PDCCH, CORESET.

For citation: Shelikhova T. S., Drozdova V. G. The analysis of the usage efficiency of the time-frequency resources for different 5G NR CORESET configuration settings (In Russian). *Vestnik SibGUTI*, 2023, vol. 17, no. 4, pp. 97-108. <https://doi.org/10.55648/1998-6920-2023-17-4-97-108>.



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0
License

© Shelikhova T.S., Drozdova V.G., 2023

The article was submitted: 31.05.2023;
revised version: 14.07.2023;
accepted for publication 23.07.2023.

References

1. Rinaldi F., Raschellà A., Pizzi S. *5G NR system design: a concise survey of key features and capabilities*, Wireless Networks, 2021. p. 45.
2. 3GPP Specification series, available at: <https://www.3gpp.org/dynareport?code=38-series.htm>
3. Takeda K., Xu H., Kim T., Schober K., Lin X. Understanding the Heart of the 5G Air Interface: An Overview of Physical Downlink Control Channel for 5G New Radio (NR). *IEEE Communications*

- Standards Magazine*, vol. 4, iss. 3, September 2020, p. 22.
4. Volker B. 5G NR Physical Downlink Control Channel: Design, Performance and Enhancements. *2019 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC)*, 2019, pp. 1-6.
 5. Hamidi-Sepehr F. 5G NR PDCCH: Design and Performance. *IEEE 5G World Forum (5GWF)*, 2018, pp. 250-255.
 6. Xingqin L. 5G New Radio: Unveiling the Essentials of the Next Generation Wireless Access Technology. *IEEE Communications Standards Magazine*, no. 3, 2018, pp. 30-37.
 7. Mozaffari M. Blocking Probability Analysis for 5G New Radio (NR) Physical Downlink Control Channel. *ICC 2021 - IEEE International Conference on Communications*, 2020, pp.1-6.
 8. Zaidi A., Athley F., Medbo J., Gustavsson U., Durisi G., Chen X. *5G Physical Layer: Principles, Models and Technology Components*, 2018. p. 322.
 9. TS 38.212 NR; Multiplexing and channel coding.
 10. TS 38.331 NR; Radio Resource Control (RRC); Protocol specification.
 11. TS 38.213 NR; Physical layer procedures for control.

Tatiana S. Shelikhova

The lecturer of the Department of Telecommunication systems and computing, Siberian State University of Telecommunications and Information Science (SibSUTIS, Russia, 630102, Novosibirsk, Kirov St. 86), phone: +7 383 2698 272, e-mail: tana696@mail.ru, ORCID ID: 0009-0005-0415-4933.

Vera G. Drozdova

Head of the Department of Telecommunication systems and computing, Siberian State University of Telecommunications and Information Science (SibSUTIS, Russia, 630102, Novosibirsk, Kirov St. 86), phone: +7 383 2698 272, e-mail: drozdova@sibgut.i.ru, ORCID ID: 0009-0002-0427-9929.