

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

А.Ю. Гребешков

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для подготовки к практическим занятиям

по дисциплине

**«Технологии предоставления инфокоммуникационных
услуг»**

Учебно-методическое пособие

Самара, 2022

УДК 654.1
ББК
Г79

Рекомендовано к изданию методическим советом ПГУТИ,
протокол № ____ от ____ .09.2022 г.

Гребешков А.Ю.

Г79 Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по дисциплине «Технологии предоставления инфокоммуникационных услуг»: учебно-методическое пособие / А.Ю. Гребешков. - Самара: ПГУТИ, 2022. – 20 с.

Учебно-методическое пособие «Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по дисциплине «Технологии предоставления инфокоммуникационных услуг» содержит типовые задачи для решения в соответствии с содержанием методических указаний и рекомендациями преподавателя на основе применения ранее приобретенных умений и навыков. Разработаны в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавра 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» профиля подготовки «Оптические и проводные сети и системы связи» и предназначено для студентов уровня бакалавриата очной и заочной формы обучения для подготовки к зачету и экзамену.

© Гребешков А.Ю., 2022
© Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2022

Содержание

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1. ТЕМА «РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЦЕНТРА ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ»	4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2. ТЕМА «РАСЧЕТ ТРАНСПОРТНОГО РЕСУРСА ИНТЕРФЕЙСА «СЕТЬ-СЕТЬ» И NNI В СИСТЕМАХ IMS»	8
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА	13

Практическое занятие №1. Тема «Расчет параметров центра технической поддержки»

1. Цель и задачи практического занятия

Изучение методов оценки параметров центра технической поддержки на основе методов теории массового обслуживания, 2 ак. часа.

2. Форма проведения практического занятия

Практическое занятие по месту проводится в аудиторной или дистанционной форме, по форме выполнения в виде индивидуального контрольного задания.

3. Подготовка к практическому занятию

1. Изучить рекомендованную литературу.
2. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

4. План практического занятия

1. Ответить на контрольные вопросы по указанию преподавателя по результатам изучения списка литературы.
2. Получить у преподавателя индивидуальное контрольное задание.
3. Выполнить индивидуальное контрольное задание.
4. Представить преподавателю для проверки задание в письменном виде.

5. Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «заявка пользователя».
2. Какие исходные данные требуются для использования второй формулы Эрланга?

3. Как изменится количество операторов центра технической поддержки, если время ожидания вызова в очереди будет меньше времени обслуживания одного клиента?

4. Какие показатели ухудшаются в связи с увеличением времени обслуживания одного вызова без изменения количества операторов и времени ожидания вызова в очереди?

6. Список литературы

1. Карташевский, В. Г. Основы теории массового обслуживания [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Карташевский ; ПГУТИ, Каф. ИБ. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2,58 Мб). - Самара : ПГУТИ, 2021. - 149 с. - Загл. с титул. экрана. - Режим доступа: http://elib.psuti.ru/Kartashevskiy_osnovy_teorii_massovogo_obs_luzhivaniya_uchebnoe_posobie_2021.pdf, по паролю

7. Содержание отчета

1. Индивидуальное контрольное задание с описанием решения и промежуточными расчетами.

8. Индивидуальное задание

По указанным исходным данным, где номер варианта есть последняя цифра студенческого билета, в таблице 1 рассчитать:

1. количество операторов центра технической поддержки, N ;
2. общее число внешних линий (каналов) V в направлении центра технической поддержки.

Для расчета числа каналов принять вероятность потерь от пользователя до центра технической поддержки 0,03 или 3%, система с явными потерями.

Таблица 1.

Исходные данные индивидуального задания №1

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Средняя интенсивность поступления заявок, λ выз/час	250	260	400	320	350	380	420	280	290	330
Средняя длина очереди, L	1,2	1,6	1,4	1,2	1,7	1,4	1,3	1,2	1,3	1,4

9. Методические указания к индивидуальному заданию №1

Для определения числа операторов N , работающих с клиентами в центре технической поддержки можно воспользоваться известными из теории массового обслуживания методами.

Исходными параметрами являются:

λ – средняя интенсивность поступления заявок в час наибольшей нагрузки (выз / ч);

τ – среднее время обслуживания одной заявки клиента (сек или час);

ω – допустимое время ожидания заявки в очереди (сек или час).

В целом время ожидания клиента на линии для обслуживания можно оценить по формуле (1):

$$\omega = \frac{\frac{\lambda}{N} \tau^2}{1 - \frac{\lambda}{N} \tau}, \quad (1)$$

где N – число операторов, обслуживающих заявки клиентов.

Средняя длина очереди на обслуживание, которая выражается в

количестве заявок на обслуживание, приближенно определяется выражением (2):

$$L = \frac{\omega}{\tau} . \quad (2)$$

Количество операторов для оказания поддержки клиентам можно приближенно определить по формуле (3) или по формуле (4):

$$N = \lambda \times \tau \times \frac{L+1}{L}, \quad (3)$$

$$N = \lambda \times \tau \times \frac{\omega + \tau}{\tau}, \quad (4)$$

Для определения потенциальной нагрузки, которая может поступать от пользователей для оказания услуг техподдержки, можно достаточно приближенно считать, что время занятия внешнего канала от пользователя до входного порта центра технической поддержки составляет величину, приближенно равную τ секунд или часов. Тогда нагрузка, поступающая на центр обслуживания вызовов с внешних сетей, составляет величину Y , Эрланг и вычисляется по формуле (5):

$$Y = \frac{(\tau)\lambda}{3600}, \quad (5)$$

где 3600 – количество секунд в часе.

Зная значение Y и учитывая нормативное значение потерь в направлении ЦОВ или вероятность потери вызова P можно определить количество внешних линий V для центра технической поддержки по первой формуле Эрланга (Erlang B), которая имеет вид (6):

$$P = E_v(Y) = \frac{Y^V / V!}{\sum_{i=0}^V (Y^i / i!)} . \quad (6)$$

Практическое занятие №2. Тема «Расчет транспортного ресурса интерфейса «сеть-сеть» II NNI в системах IMS»

1. Цель и задачи практического занятия

Изучение вопросов организации и методов анализа межсетевого взаимодействия на примере IMS, 2 ак. часа.

2. Форма проведения практического занятия

Практическое занятие по месту проводится в аудиторной или дистанционной форме, по форме выполнения в виде индивидуального контрольного задания.

3. Подготовка к практическому занятию

1. Изучить рекомендованную литературу.
2. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

4. Порядок выполнения работы

1. Ответить на контрольные вопросы по указанию преподавателя.
2. Получить у преподавателя индивидуальное контрольное задание.
3. Выполнить индивидуальное контрольное задание.
4. Представить преподавателю для проверки задание в письменном виде.

5. Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «сетевая функция».
2. Какие сетевые функции используются в ядре архитектуры IMS?
3. Какова функция узла AS в архитектуре IMS?
4. Какие функции осуществляет интерфейс «сеть-сеть» NNI?

6. Учебная литература

1. Гребешков, А. Ю. Технологии предоставления инфокоммуникационных услуг [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Гребешков; ПГУТИ, Каф. ССС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2,23 Мб). - Самара: ПГУТИ, 2022.

2. Методические указания по выполнению курсового проекта на тему «Расчет параметров и проектирование сети связи следующего поколения NGN и IMS», 2015.— 76 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/776/73776/files/ngn-ims-kursovik-1-2-1.pdf> (Дата обращения 29.08.2022).

7. Содержание отчета

1. Индивидуальное контрольное задание с описанием решения.

8. Индивидуальное контрольное задание

Требуется по исходным данным таблицы 2, где номер варианта – последняя цифра зачетной книжки, определить отдельные и суммарный параметр транспортного ресурса Π_{NNI} , V_{NNI} , Мбит/с для функционирования взаимодействующих архитектур IMS в режиме интерконнекта (NNI–интерконнект). В таблице 2 используются следующие обозначения:

N_{SIP1} – среднее число сообщений SIP между узлом IBCF платформы IMS и узлом S-CSCF корреспондирующей (другой) платформы IMS;

N_{SIP2} – среднее число сообщений SIP между узлом IBCF платформы IMS и узлом P-CSCF корреспондирующей (другой) платформы IMS;

N_{SIP3} – среднее число сообщений SIP между узлом IBCF платформы IMS и узлом I-CSCF корреспондирующей (другой) платформы IMS;

Таблица 2.

Исходные данные к индивидуальному контрольному заданию №2

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
L_{SIP} (байт)	140	145	150	155	140	145	150	155	140	145
P_{sip} (выз/чнн)	18000	10000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	10000	15000
K_{sig}	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
N_{sip1}	10	5	15	10	5	15	10	5	15	10
N_{sip2}	8	10	15	7	10	15	9	10	15	8
N_{sip3}	3	2	2	1	3	2	3	1	3	1

k_{sig} – коэффициент использования сеанса связи для передачи SIP;

L_{sip} – длина сообщения SIP, байт;

P_{sip} – интенсивность потока вызовов от абонентов IMS через NNI.

10. Методические указания к индивидуальному контрольному заданию №2

При взаимодействии между различными сетевыми платформами IMS обычно используется интерфейс типа II NNI (Network-Network Interface), реализацию которого можно рассмотреть на примере обмена между ядрами (платформами IMS) IP мультимедиа, IM CN на рис. 1. Интерфейс II NNI Ic в данном задании используется в режиме «интерконнект» (межсетевое соединение) для обмена служебным трафиком сигнализации в формате SIP между обслуживающей («домашней») сетью IMS абонента А и «домашней» сетью IMS Б вызываемой стороны, т.е. абонента Б.

На рис. 1 функция S-CSCF – обслуживающий узел, управляющий сессиями пользователей А и Б; узел P-CSCF выполняет функции прокси-сервера для трафика пользователей IMS А и IMS Б; узел I-CSCF выбирает обслуживающий S-CSCF в IMS; функция управления на границе межсетевого обмена IBCF (Interconnection Border Control Function) обеспечивает взаимодействие IMS А с IMS Б,

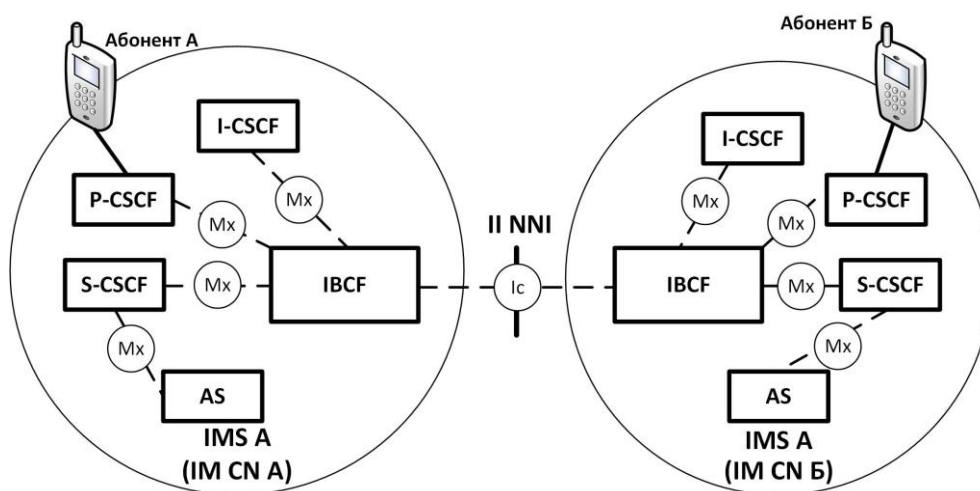


Рис. 0 – Архитектура взаимодействия платформ IMS через II NNI Ic

Для начала обмена устройство абонента А последовательно запрашивает P-CSCF, S-CSCF и I-CSCF своей «домашней» сети о возможности соединения с абонентом Б, после чего все указанные запросы через IBCF и далее через NNI Ис транслируются в сторону IBCF IMS Б и узлов P-CSCF, S-CSCF и I-CSCF IMS абонента Б.

Транспортный ресурс, необходимый для организации взаимодействия между IBCF IMS А и S-CSCF IMS Б и определяется по формуле (7):

$$V_{IBCF-S-CSCF} = (k_{SIG} \times P_{SIP} \times L_{SIP} \times N_{SIP1}) / 450, \text{ бит} / \text{с} . \quad (7)$$

Транспортный ресурс, необходимый для организации взаимодействия между IBCF платформы IMS А и P-CSCF платформы IMS Б определяется по формуле:

$$V_{IBCF-P-CSCF} = (k_{SIG} \times P_{SIP} \times L_{SIP} \times N_{SIP2}) / 450, \text{ бит} / \text{с} \quad (8)$$

Транспортный ресурс между IMS, который требуется для обмена сообщениями по протоколу SIP во время обслуживания вызовов в режиме NNI- интерконнект определяется по формуле (9):

$$V_{IBCF-I-CSCF} = (k_{SIG} \times P_{SIP} \times L_{SIP} \times N_{SIP3}) / 450, \text{ бит} / \text{с} . \quad (9)$$

Суммарный транспортный ресурс V_{NNI} , Мбит/с определяется как сумма результатов по формулам (7) – (9).

Контрольная работа

1. Цель и задачи контрольной работы

Подготовка к зачетам по учебной дисциплине, 4 ак. часа.

2. Форма проведения контрольной работы

Контрольная работа по месту проводится в аудиторной или дистанционной форме, по форме выполнения в виде индивидуальных контрольных заданий.

3. Подготовка к контрольной работе

1. Изучить рекомендованную литературу.
2. Ответить на контрольные вопросы.
3. Подготовить индивидуальные контрольные варианты практических заданий.

4. План контрольной работы

1. Ответить на контрольные вопросы по результатам изучения списка литературы.
2. Получить у преподавателя индивидуальные контрольные задания.
3. Выполнить индивидуальные контрольные задания.
4. Представить преподавателю для проверки контрольные задания в письменном виде.

5. Контрольные вопросы

1. По какой системе работают центры технической поддержки при наличии операторов для обслуживания клиентов?
2. Для чего используется вторая формула Эрланга?
3. Для чего применяется интерфейс NNI типа «сеть-сеть»?

4. С помощью какого протокола происходит обмен между двумя сетевыми платформами IMS?

6. Учебная литература

1. Карташевский, В. Г. Основы теории массового обслуживания [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Карташевский ; ПГУТИ, Каф. ИБ. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2,58 Мб). - Самара : ПГУТИ, 2021. - 149 с. - Загл. с титул. экрана. - Режим доступа: http://elib.psuti.ru/Kartashevskiy_osnovy_teorii_massovogo_obslyuzhivaniya_uchebnoe_posobie_2021.pdf, по паролю

3. Гребешков, А. Ю. Технологии предоставления инфокоммуникационных услуг. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Гребешков; ПГУТИ, Каф. ССС. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2,6 Мб). - Самара: ПГУТИ, 2022.

7. Содержание отчета по контрольной работе

1. Индивидуальные контрольные задания с описанием решения и промежуточными расчетами по каждому параметру и заданию.

8. Индивидуальное контрольное задание

Распределение вариантов индивидуальных контрольных для задания 1 осуществляется по последней цифре зачетной книжки.

9. Контрольное задание №1

По указанным исходным данным в таблице 1, рассчитать:

1. число операторов центра технической поддержки, N ;
2. общее количество внешних линий (каналов) в направлении центра технической поддержки, V ;

3. уровень качества услуги SL или вероятность того, что вызов будет поставлен на обслуживание за время меньшее, чем время ожидания.

Для расчета принять вероятность потерь от пользователя до центра технической поддержки 0,03 или 3%.

Таблица 1.

Исходные данные контрольного задания №1

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Средняя интенсивность поступления заявок, λ выз/час	300	360	400	350	270	180	410	280	390	330
Среднее время обслуживания одной заявки, τ , с.	60	50	55	45	70	50	90	40	60	55
Допустимое время ожидания вызова в очереди, w , с.	80	90	75	50	80	80	120	45	90	75

10. Методические указания к индивидуальному контрольному заданию №1

Для определения числа операторов N , работающих с клиентами в центре технической поддержки можно воспользоваться известными из теории массового обслуживания методами. Как правило, исходными параметрами для расчета являются:

λ – средняя интенсивность поступления заявок в час наибольшей нагрузки (выз /ч);

τ – среднее время обслуживания одной заявки клиента (с или час);

ω – допустимое время ожидания заявки в очереди (с или час).

Средняя длина очереди на обслуживание, которая выражается в количестве заявок на обслуживание, приближенно определяется выражением (10):

$$L = \frac{\omega}{\tau} \quad (10)$$

Количество операторов для оказания поддержки клиентам можно определить по формуле (11) или по формуле (12):

$$N = \lambda \times \tau \times \frac{L + 1}{L}, \quad (11)$$

$$N = \lambda \times \tau \times \frac{\omega + \tau}{\tau}. \quad (12)$$

Для определения потенциальной нагрузки, которая может поступать от пользователей со всей сети для оказания услуг техподдержки, можно приближенно считать, что время занятия внешнего канала от пользователя до входного порта центра технической поддержки составляет величину, равную τ секунд или часов. Тогда нагрузка, поступающая на центр обслуживания вызовов с внешних сетей составляет величину Y , Эрланг, вычисляемую по формуле (13):

$$Y = \frac{(\tau)\lambda}{3600}, \quad (13)$$

где 3600 – количество секунд в часе.

Зная значение Y и учитывая нормативное значение потерь в направлении ЦОВ или вероятность потери вызова P можно определить количество внешних линий V для центра технической поддержки по первой формуле Эрланга (Erlang B), которая имеет вид:

$$P = E_V(Y) = \frac{Y^V / V!}{\sum_{i=0}^V (Y^i / i!)} . \quad (14)$$

Учитывая, что работа операторов центра технической поддержки после того, как вызов поступил на входной порт центра технической поддержки, осуществляется по системе с ожиданием, актуальной является оценка вероятности задержки вызова $P(\gamma > 0)$, которая проводится в виде:

$$P(\gamma > 0) = D_N(Y) = \frac{E_N(Y)}{1 - \frac{Y}{N}(1 - E_N(Y))} = E_N(Y) \frac{N}{(N - Y) + YE_N(Y)} . \quad (15)$$

Калькулятор для расчета по первой формуле Эрланга доступен по ссылке <https://www.erlang.com/calculator/erlb/>

Уровень качества услуги можно рассчитать по формуле (16):

$$SL = 1 - D_N(Y) e^{-\frac{(N-Y)\omega}{\tau}} . \quad (16)$$

10. Индивидуальное контрольное задание №2.

Требуется по исходным данным таблицы 2, где номер варианта – последняя цифра зачетной книжки, определить параметры транспортного ресурса Π NNI I_c , V_{NNI} , Мбит/с для функционирования IMS в режиме роуминга. В таблице 2 используются следующие обозначения:

N_{SIP1} – среднее число сообщений SIP между IBCF «гостевой» платформы IMS абонента Б в роуминге и P-CSCF «домашней» платформы IMS абонента А;

N_{SIP2} – среднее число сообщений SIP между узлом IBCF платформы IMS А и узлом S-CSCF корреспондирующей (другой) платформы IMS Б;

N_{SIP3} – среднее число сообщений SIP между узлом IBCF платформы IMS А и узлом I-CSCF корреспондирующей (другой) платформы IMS Б;

N_{SIP4} – среднее число сообщений SIP между P-CSCF и блоком сервера приложений AS платформы IMS;

k_{sig} – коэффициент использования сеанса связи для передачи SIP;

L_{sip} – длина сообщения SIP, байт;

P_{sip} – интенсивность потока вызовов от абонентов IMS через NNI;

IMS А – условно «домашняя» сеть пользователей А и Б; IMS Б – роуминговая или гостевая сеть пользователя Б.

11. Методические указания к индивидуальному контрольному заданию №2

При взаимодействии между различными сетевыми платформами обычно используется интерфейс типа Π NNI, см. рис. 2, где обеспечивается NNI-роуминг при обмене трафиком между домашней и посещаемой сетями роумингового устройства. Тогда для абонента в роуминге т.е. когда

Таблица 2.

Исходные данные к индивидуальному контрольному заданию №2

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
L_{SIP} (байт)	140	145	150	155	140	145	150	155	140	145
P_{sip} (выз/чнн)	28000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	10000	15000
K_{sig}	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
N_{sip1}	12	10	14	11	6	8	12	14	15	10
N_{sip2}	8	12	14	6	11	12	7	12	9	8
N_{sip3}	6	11	12	6	10	14	6	8	12	8
N_{sip4}	15	10	5	15	10	5	15	10	5	15
Использование AS «домашней сети» в роуминге	Да	Нет	Да	Да	Нет	Нет	Да	Да	Да	Да

для абонента Б предварительно надо авторизоваться посредством функции P-CSCF «домашней» сети IMS А. Далее организация связи происходит по сценарию NNI-интерконнет. При этом узел AS «домашней» IMS в роуминге абонентом Б может использоваться или не использоваться. Если AS в роуминге не используется, то его нагрузка не добавляется к трафику NNI.

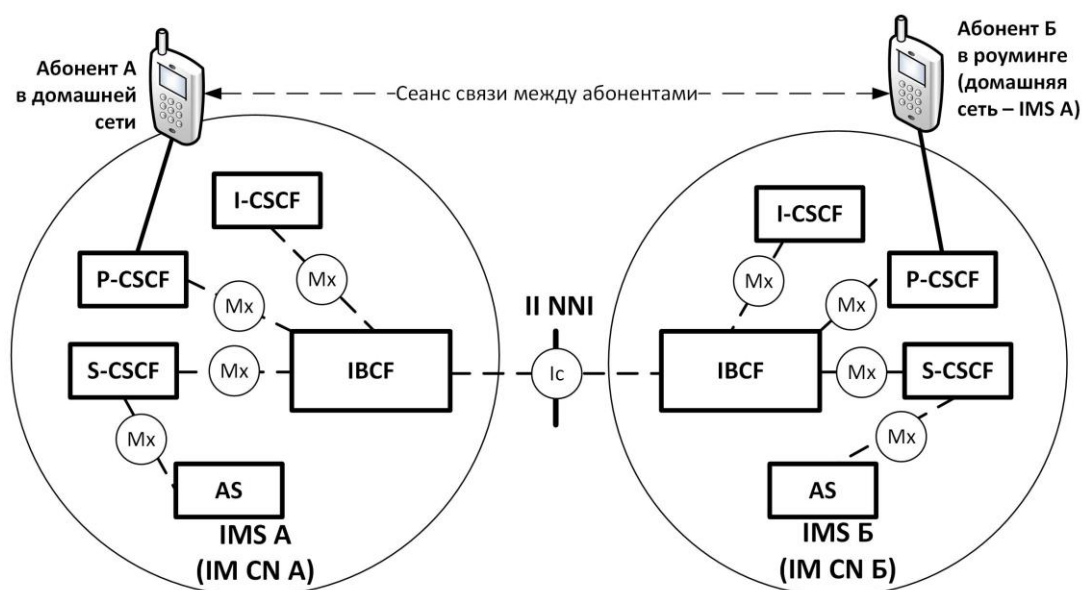


Рис. 2 – Архитектура взаимодействия платформ IMS через II NNI Ic в роуминге

Транспортный ресурс II NNI для организации взаимодействия между IBCF IMS Б и P-CSCF IMS А с целью регистрации абонента Б, находящегося в роуминге, через P-CSCF «домашней» сети, определяется формулой (17):

$$V_{IBCF \text{ roaming-P-CSCF}} = (k_{SIG} \times P_{SIP} \times L_{SIP} \times N_{SIP1}) / 450, \text{ бит} / \text{с} \quad (17)$$

Транспортный ресурс II NNI для организации взаимодействия между P-CSCF абонентов в роуминге и серверами приложений AS IMS А:

$$V_{AS-P-CSCF} = (k_{SIG} \times P_{SIP} \times L_{SIP} \times N_{SIP4}) / 450, \text{ кбит} / \text{с}. \quad (18)$$

Для остальных расчетов и результата использовать формулы (7) и (9).