

ЛЕГЕНДЫ о Starlink

Ю.М.Урличич, д.т.н., заместитель директора по научной работе ИМЕТ РАН,
советник генерального директора ФГУП "Космическая связь",
советник генерального директора ФГБУ НИИР / Yury.Urlichich@gmail.com

УДК 621.396.1, DOI: 10.22184/2070-8963.2023.114.6.64.70

В статье представлен обзор системных, эксплуатационных и экономических показателей системы спутниковой связи Starlink. Приведены результаты рассмотрения материалов о Starlink, опубликованных в средствах массовой информации, которые свидетельствуют, что рекламируемые показатели правдивы лишь частично и необходим непредвзятый углубленный анализ технических решений, принятых в данной системе.

ВВЕДЕНИЕ

Следует сразу отметить, что глобальная спутниковая система Starlink создана командой гениальных специалистов. При разработке ее космического и земного сегментов реализовано множество нестандартных технических решений, изобретены и осуществлены нетрадиционные способы группового запуска спутников на низкие наклонные орбиты. Это позволило уменьшить стоимость космических аппаратов (КА) на орбите в разы. В ближайших планах наметчено применить многоразовую сверхтяжелую РН SpaceX Starship для группового запуска сразу 400 спутников Starlink.

Однако основные инженерные разработки не обнародованы. Практически нет ни одной вразумительной технической публикации по рассматриваемой системе от ее создателей. Можно предположить, что это маркетинговая политика Илона Маска с формулой "деньги – реклама – деньги". Количество статей в массовых изданиях, посвященных системе высокоскоростного широкополосного спутникового доступа в интернет Starlink, зашкаливает, причем подавляющее большинство из них – это публикации, которые можно отнести к пресс-релизам или агрессивной рекламе. Они далеки от технической сути и освещают многочисленные легенды, которые затем тиражируются. Хотя все же некоторые выводы исходя из данных публикаций сделать можно.

Легенда № 1:

Starlink имеет потенциал коммерциализации

Это утверждение столь же далеко от реальности, как и задумка И. Маска об освоении Марса в ближайшем будущем. В недрах интернета можно найти финансовую модель Starlink, подготовленную конгломератом Morgan Stanley [1]. Планируется, что в 2040 году наступит "счастье", а именно – доход в год 30 млрд долл. Правда, при условии, что число активных пользователей (абонентских терминалов – АТ) составит 335 млн. По пути к "счастью" в контрольной точке окупаемости в 2030 году нужно иметь не менее 96 млн активных пользователей. Соответственно, в период с 2022 по 2030 год необходимо увеличивать абонентскую базу минимум на 12 млн АТ в год. При этом следует учесть и условия, которые заложены в финансовой модели: цена АТ в 2030 году должна составлять 200 долл., стоимость вывода сразу 400 спутников – 10 млн долл. Каждый может сам оценить реальность такого плана.

Напомним, что сегодня для потребителя минимальная цена АТ фиксированного применения выросла примерно до 600 долл. Ранее она составляла 500 долл. при его себестоимости примерно в три раза больше. Президентом и главным операционным директором SpaceX Гвинн Шотвелл было публично заявлено, что себестоимость удалось снизить с 3000 до 1500 долл., но по некоторым

Таблица 1. Тарифы в сети Starlink и основные параметры АТ по данным сайта SpaceX (июль 2023 года)

Назначение АТ	Абонентская плата, долл. в месяц	Стоимость АТ, долл.	Апертура АФАР (Тх+Rx) АТ, см ²	Среднее потребление АТ, Вт	Масса АТ без кабелей, кг
Физические лица	110	599	1554	50–75	2,9
Бизнес	500	2 500	2938	110–150	6,9
Морские суда	1000	2 500	2938	110–150	5,9
Самолеты	12500–25000	от 150 000	н.д.	н.д.	н.д.

экспертным оценкам она гораздо выше – примерно в 10 раз. Сегодня разницу между ценой для потребителя и себестоимостью дотирует сама компания SpaceX. При этом тарифные планы регулярно меняются, один из последних вариантов (июль 2023 года) приведен в табл.1 (дополнительно см. <https://www.starlinkhardware.com/starlink-prices/>).

Легенда № 2:

В 2040 году абонентские терминалы будут стоить 150 долл. (в ценах 2022 года)

Достижение этого ценового показателя должно произойти за счет наращивания серийности производства.

В качестве аргумента часто приводится пример снижения стоимости сотового телефона. Его самая низкая цена, зафиксированная в 2006 году (рис.1), отличается от максимальной (в 1989 г.) в 11,4 раза. А число самих аппаратов за этот период увеличилось с 12 млн до 800 млн, то есть в 66,7 раз.

Конечно, вряд ли корректно экстраполировать пример с сотовыми телефонами на возможную динамику цен на АТ, но все же попробуем...

Известно, что основную долю себестоимости АТ составляет цена антенной системы, состоящей из передающей и приемной АФАР (активных фазированных антенных решеток), которые объединены в одну конструкцию. Ключевым чипом в АФАР является микросхема beamforming, он обеспечивает управление ее лучом, создавая необходимые амплитудно-фазовые соотношения между излучателями. Сегодня такой чип стоит не менее 40 долл. на рынке США (см., например, <https://www.rfmw.com/products/control-components/beamformer/>).

Каждый чип поддерживает восемь управляемых каналов (излучателей) АФАР, то есть мы имеем 5 долл. на канал. Если учесть, что необходимо 1024 излучателя как для приемной, так и для передающей

АФАР (это примерно соответствует усилению 34 дБи приемной или передающей АФАР Starlink), то только эти чипы обойдутся сегодня в 10240 долл. (1024×5×2) для одной антенной системы АТ. Обратившись к примеру с сотовыми телефонами, можно предположить, что после достижения объема серийного производства в 800 млн чипов их стоимость должна снизиться в 11,4 раза и составить почти 900 долл. для одного АТ. Это уже близко к желаемому результату.

Выше учтена только цена чипов beamforming. Еще есть другие чипы, конструкция, сам модем и проч. В совокупности можно утверждать, что стоимость АФАР АТ (формируется из цены приемной и передающей АФАР) будет превышать 900 долл. в разы, то есть ценовой показатель для АТ в 150 долл. (в ценах 2022 года) в обозримом будущем недостижим. Отметим, что 800 млн приемных чипов beamforming

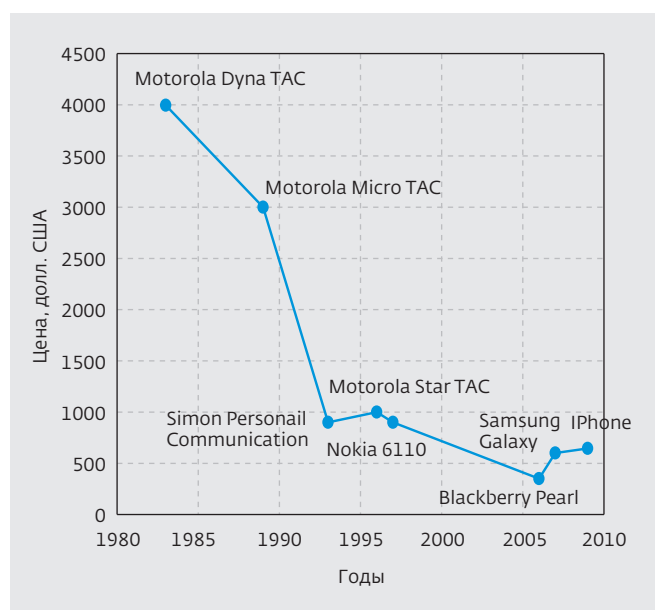


Рис.1. Изменение стоимости сотового телефона на рынке США

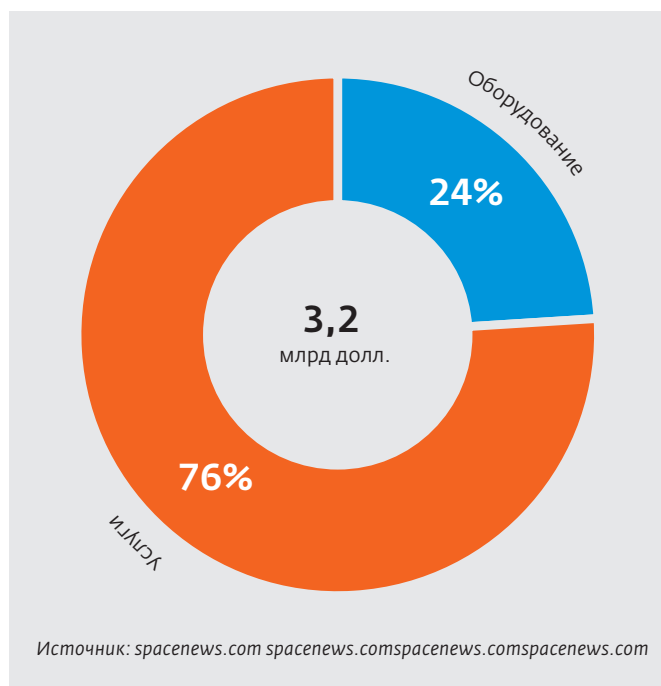


Рис.2. Прогнозируемая структура доходов Starlink в 2023 году

будет достаточно для производства 6,25 млн приемных АФАР (на одну АФАР необходимо 128 чипов), столько же необходимо передающих АФАР.

Чтобы приблизиться к заявленному ценовому показателю в 150 долл., число АТ нужно увеличить до 335 млн. Это заложено в финмодели Starlink к 2040 году. Но тогда темп продаж в среднем должен составлять не менее 25 млн АТ в год, начиная с 2030-го. Сегодня же по заявлениям SpaceX с начала 2021-го по май 2023 года было продано всего 1,5 млн АТ. Это примерно двадцатикратное отставание от темпа продаж (если принять линейный закон), заложенного в финмодели для периода до 2030 года. Справедливости ради следует отметить, что если принять экспоненциальный закон, который предполагает низкий темп продаж в начальный период, то отставание будет ниже (примерная оценка минимум в пять раз).

Остается только мечтать о лавинообразном росте востребованности спутникового ШПД в ближайшем будущем. Конечно, можно и пофантазировать, что инженеры И.Маска найдут новые технические решения или физические основы для работы АФАР, которые пока неизвестны в теории антенн. Напомню, что подобный проект от компании Кумета на "новых" физических принципах, основанный на метаматериалах, пока не увенчался успехом при создании фазированной антенной решетки (ФАР). Тепловые

потери такой ФАР более 3 дБ [2], а цена – не менее 20 тыс. долл. – неподъемна для физических лиц (<https://store.orbitalconnect.com/kymeta-u8-geo-flyaway-20-w-buc-iq-200-lte-advanced-pro/>). Хотя сама идея интересна и была высказана в СССР в книге по антенной технике Я.Н.Фельда и Л.С. Бененсона еще в 1959 году и развита В.Г.Веселаго в 1967-м [2], а в 2011 году представлена уже в российском патенте [3] на антенный излучатель.

Легенда № 3:

В ближайшее время Starlink проведет IPO, и акции компании будут свободно обращаться на финансовом рынке

Сегодня Starlink это не компания, а проект, который реализует фирма SpaceX. Для начала IPO необходимо выделить Starlink в отдельное юридическое лицо. И.Маск в 2019 году заявлял о намерениях выйти на IPO в 2022-м. Сегодня заявления об IPO более осторожные: через три-четыре года.

Особый интерес финансовых игроков к IPO Starlink связан с тем, что компания SpaceX оценивается в 150 млрд долл. (но ими же и оценивается). Считается, что проект Starlink приносит компании SpaceX до 40% дохода. Мечта каждого финансового спекулянта – вложиться на начальном этапе IPO, получить максимальную прибыль за счет ажиотажа на высокой доходности акций компании и последующей их продажи на пике. Соответственно, интерес к IPO Starlink очень большой именно за счет разрекламированной высокой доходности проекта.

Однако следует подсчитывать не только доходы (рис.2, источник: <https://spacenews.com/starlink-may-account-for-up-to-40-of-spacexs-2023-revenues/>), которые приносит Starlink, но и капитальные и текущие ежегодные расходы (CAPEX и OPEX).

Выход на IPO потребует от компании Starlink открыто публиковать доходы и расходы по форме 10-K (<https://investor.iridium.com/annual-reports>). Если принять в качестве аналога форму 10-K компании Iridium, то наиболее значимая статья расхода (40–60% от дохода) за любой отчетный год будет связана с потерей ценности космического сегмента (она примерно равна стоимости всех спутников на орбите, деленной на срок активного существования КА). Это статья расхода предполагает накопление средств для будущего восполнения спутниковой группировки.

Вторым по величине сегментом расхода (40–50%) является сервисное обслуживание сети плюс продажи и администрирование. При этом, как уже отмечалось, И.Маск еще и дотирует абонентские терминалы. Поэтому полный открытый аудит доходов и расходов сегодня ему не выгоден. Следовательно,

пока не иссяк денежный поток от инвесторов и государства, ему нет смысла выделять компанию Starlink и выходить на IPO.

И. Маска часто называют визионером и филантропом, но несмотря на то, что он говорит о социальной и научной значимости его проектов для человечества, что, безусловно, правда, в первую очередь он – успешный бизнесмен, и все его действия направлены прежде всего на получение прибыли. В подтверждение этого в марте 2023 года на конференции Morgan Stanley И. Маска представил свою компанию X Stop как потенциально "крупнейшее финансовое учреждение в мире", что еще раз свидетельствует: приоритетом для И. Маска является зарабатывание денег. Войдет ли в состав новой компании целиком или частично SpaceX, а также другие реализуемые и перспективные проекты И. Маска, например xAI, чтобы еще больше поднять ее капитализацию, пока неизвестно.

Легенда № 4:

АФАР абонентского терминала для контакта со спутниками может сканировать лучом в пределах большого углового сектора

Возникает вопрос – какого? Это нигде конкретно не указано, в том числе и в заявках в FCC. А физические

законы антенной техники [4–6] очень мешают поверить данному утверждению. Число управляемых каналов в антенной решетке (если приблизительно) – это квадрат отношения полного угла сканирования ее луча к ширине диаграммы направленности луча (например, $120^\circ \times 120^\circ / (3,5^\circ \times 3,5^\circ) \approx 1024$ излучателя). Это, естественно, сказывается и на стоимости АТ (см. легенду № 2).

Ширину диаграммы направленности луча ($3,5^\circ$) увеличить невозможно (не сойдется энергетический баланс в радиолинии), а вот угловой сектор сканирования луча ($120^\circ \times 120^\circ$) уменьшить реально. Для этого нужно иметь уже не десятки тысяч спутников, а ближе к сотне тысяч. Представьте, если спутников бесконечное число, то и сканировать лучом АТ не нужно. Всегда найдется КА, с которым можно установить контакт в любых пространственных направлениях верхней полусферы, хотя время такого контакта будет стремиться к нулю. Соответственно, можно увеличивать число КА, но тоже до разумных пределов, поскольку спутники Starlink живут относительно недолго (пять лет). Пока запускаешь новые спутники, то приходит время менять старые.

В итоге процесс закликивается. При этом все заняты: ракеты строятся, в том числе многообразные, КА запускаются. В общем – круговорот всего



X Международный форум
о профессиональных сетях и системах связи

ProfComm

2023 15.11.2023

Отель Continental
Москва, Тверская ул., д. 22

Организатор:



Стратегический партнер:



Официальные партнеры:








Партнер:



ProfComm-2023 – уникальная независимая площадка для открытого диалога и обсуждения горячих для отрасли вопросов, основных тенденций и дальнейших перспектив развития профессиональных сетей и систем связи в условиях новых внешних и внутренних вызовов.

www.comnews-conferences.ru/profcomm2023

в компании SpaceX. Все при деле – типа работного дома средних веков, только теперь умного работного дома 21 века. Увеличение числа спутников в итоге может обеспечить и работу АТ в движении при минимальном угловом сканировании луча (например, для компенсации крена, тангажа и рысканья подвижного объекта). Но сколько необходимо спутников? Ответа нет.

Пока только можно утверждать, что в интервале пяти лет необходимо запустить большее количество спутников. Причем сделать это максимально быстро. В связи с этим SpaceX возлагает особые надежды на многоразовые ракеты. Рекламные сведения о применении таких носителей уже зашкаливают за 16 повторений для первой ступени РН. Затраты на ее восстановление неизвестны, и проверить эффективность многоразовости невозможно (джентльмен джентльмену верит на слово).

Легенда № 5:

В системе Starlink скорости абонентского доступа составляют более сотен Мбит/с

Это частичная правда. Но относительно высокие скорости возможны только на линии "вниз". И то не постоянно, а около 90–95% времени в сутки, что следует из многочисленных статистических результатов [1, 7]. На линии "вверх" скорость примерно на порядок ниже, и время работы на передачу ограничено (перегревается АФАР АТ [4]). При этом по мере наращивания абонентской базы (увеличения числа АТ в каждой ячейке) скорость, доступная абоненту, будет постепенно снижаться, и придется ограничить число АТ, которые можно разместить в одной ячейке на Земле для соблюдения зафиксированной в соглашении с подписчиком скорости при заданной вероятности [8]. Из новых радиочастотных заявок в FCC для второй генерации Starlink косвенно следует, что для повышения емкости системы планируется увеличение и числа прыгающих абонентских лучей (с трех до шести), и спутников.

Легенда № 6:

России необходимо создать аналог Starlink

Такие проекты регулярно генерируются и даже продвигаются в расчете на государственное финансирование [9]. Любые аргументы о несостоятельности систем типа Starlink как проектов, имеющих коммерческий потенциал, отвергаются на том основании, что это нужно государству для ликвидации цифрового неравенства, создания информационной инфраструктуры в арктических регионах и т.п. Все это, действительно, необходимо, но не стоит копировать чужие ошибки.

Следует отметить, что пока Госкорпорация "Роскосмос" не поддержала госфинансированием ни один проект типа "российского Starlink". И это, наверное, правильно. Потому что прежде чем создавать новую спутниковую группировку, нужно без общих лозунгов ответить на вопрос, что полезного будет предоставлено конкретным потребителям на Земле и какова конкурентоспособность предлагаемой услуги. При этом важно помнить, что любая низкоорбитальная система связи является потенциально глобальной и, следовательно, международной. Именно на этой основе созданы и создаются все зарубежные низкоорбитальные системы связи гражданского назначения.

Легенда № 7:

Относительно новая. О том, что существующий Starlink может (или сможет) работать напрямую с типовым смартфоном сетей LTE

Если кратко, то не может и не сможет. Для этого нужна иная система, в другом диапазоне частот и на совершенно иных технических основах. Действительно, И. Маск, как человек с хорошим чутьем на перспективные проекты, уже задумался о такой новой системе, поскольку известны даже первые положительные экспериментальные результаты [10, 11]. Создать такую спутниковую систему, обеспечивающую бесшовность предоставления услуги за счет интеграции с сотовыми сетями и сетями Интернета вещей LPWAN LoRa или NB-IoT, вполне реально, но это другая тема, которая заслуживает отдельного обсуждения. Анализ материалов 3GPP NTN (non-terrestrial networks) и материалов МСЭ-R IMT-2020 показывает, что сегодня идет активный поиск приемлемых технических решений при создании систем, которые получили название Direct-to-Device (D2D) в материалах FCC. Эти решения пока не конкретизированы. В материалах 3GPP NTN рассматриваются различные варианты модификации программных средств базовой станции и ядра сотовой сети с учетом особенностей спутниковых каналов (задержка, эффект Доплера). Можно предположить, что окно возможностей для участия России в этом новом сегменте спутникового рынка D2D составляет примерно два-четыре года, поскольку массовое предоставление услуг намечается предположительно уже через пять-семь лет, то есть к 2030 году.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Люди, не погруженные в инженерную суть, судят о достоинствах Starlink в основном по агрессивной массовой рекламе и статьям квазитехнического характера. Однако имеются объективные сведения

и научно-технические публикации, в том числе и российские, из которых следует, что в империи И.Маска не все так хорошо. Но тут, как обычно – "Несть пророка в Отечестве своем".

Для объективности в табл.2 приведены краткие зарубежные результаты тестирования Starlink. Да и история банкротств низкоорбитальных спутниковых систем не дает оснований для оптимизма [12]. Хотя затраченные средства до и после банкротств зачастую кому-то приносят ощутимый гешефт.

За рассуждения на подобные темы, противоречащие официальным канонам, в Средние века сжигали на костре или как минимум предавали анафеме. В 21 веке все менее драматично. Легенды, представленные выше, несомненно будут подвергнуты критике адептами Starlink и И.Маска. Именно эту цель и преследует данная статья.

Контрадикторность мнений – это необходимый этап реального мышления в процессе познания действительности, что всегда считалось основой для принятия правильных решений.

Дополнительно отметим, что любая спутниковая система – это далеко не только КА и спутниковые группировки. Пользователям безразлично, сколько и каких спутников запущено. Пока нет очевидных решений, приемлемых по ценовым

и эксплуатационным параметрам для создания земного сегмента, где и формируется конечная услуга, нет смысла создавать космический сегмент. Первична услуга и ее адекватность решаемой задаче, цене и качеству для конечного потребителя.

Причем не обязательно, что спутниковая система должна иметь прямую коммерческую доходность. Следует выполнять оценку доходности на основе многочисленных мультипликативных эффектов. Однако потенциал прямой коммерциализации системы необходимо оценивать всегда. Особенно на этапе ее разработки, поскольку выбор технических решений должен быть основан именно на критерии максимизации прямой доходности системы.

Применительно к российской действительности такой подход зачастую приводит к противоречию между интересами государственного заказчика, головного подрядчика, которому поручается разработка системы, и интересами гипотетического будущего ее оператора. Разрешить это противоречие в условиях современной паутины нормативно-правовых актов, накопившихся с начала перестройки, которые регулируют процессы разработки и постановки на производство наукоемких систем и их составных частей, невозможно без их кардинального идеологического изменения.

**II Федеральный форум по ИТ и цифровизации
в лесопромышленном комплексе**

SMART FOREST

12.10.2023

Гранд Отель Эмеральд
Санкт-Петербург,
Суворовский пр., д. 18

Организатор: **COMNEWS CONFERENCES**

Генеральный партнер: **ИЛИМ**

Стратегические партнеры:

segezha group **СВЕЗА** **volga** **КАРЕЛИЯ ПАЛП ГРУППА КОМПАНИЙ** **ВЛП**

При участии: **base alt**

Участник выставки: **ИНДАСОФТ**

t.me/comnews_conferences

vk.com/comnews_conferences

www.comnews-conferences.ru/smartforest2023

Таблица 2. Результаты тестирования Starlink (Источник: <https://forschung.fh-kaernten.at/roadmap-5g/>)

Средняя скорость "вниз" во временном окне 7 ч	170 Мбит/с	Максимальная скорость до 330 Мбит/с
Средняя скорость "вверх" во временном окне 7 ч	17 Мбит/с	Максимальная скорость до 60 Мбит/с в окне до 15 ч
Задержки при подключении к серверу в Вене	От 30 мс до 2 с	Примерно в 98% случаев задержка составляет менее 90 мс
Отказ пинг-теста (один пинг в секунду) в течение 7 дней	2,4%	Примерно 4 ч простоя
Потоковая передача видео через YouTube	Короткие перерывы	Перерывы до 4–6 с
Автоматическое переключение между спутниками	15 с	Скачкообразное изменение задержки
Энергопотребление абонентского терминала	190 Вт	Среднее 105 Вт за 56 ч
Время между включением абонентского терминала и рабочим подключением к интернету	От 5 до 20 мин	

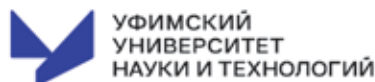
Примечание: Тестирование при расположении абонентского терминала в Вене (<https://forschung.fh-kaernten.at/roadmap-5g/files/2021/07/Starlink-Analysis.pdf>).

В основу этих изменений в первую очередь должна быть заложена идея достижения конечной цели. А именно – полезности для развития государства, формирования его технологического суверенитета в стратегических направлениях и в итоге – обеспечения комфорта жизни его граждан в тех областях, в которых каждый человек в отдельности своими силами достичь его не может.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Анпилогов В.Р.** Стагнация рынка спутниковой связи и новые проекты // Беспроводные технологии. 2021. № 1. С. 6–9.
2. **Анпилогов В.Р.** О фазированных антенных решетках Ка-диапазона на основе метаматериала // Технологии и средства связи. 2013. № 5. С. 66–67.
3. Патент Российская Федерация, RU 2 488926 С1. Антенный излучатель с узкой диаграммой направленности на основе метаматериала: заявл. 17.11.2011. / Урличич Ю.М., Жуков А.А., Веселого В.Г., Виноградов Е.А.
4. **Анпилогов В., Пехтерев С., Шишлов А.** Анализ терминалов, планируемых для применения в системах Starlink и OneWeb // Технологии и средства связи. 2021. № S1. С. 30–36.
5. **Анпилогов В., Денисенко В., Зимин И., Кривошеев Ю., Чекушкин Ю., Шишлов А.** Проблемы создания антенн с электрическим сканированием луча для абонентских терминалов спутниковых систем связи в Ku- и Ka-диапазонах // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2019. № 3. С. 16–27.
6. **Анпилогов В.Р.** Обзор докладов и обсуждений на круглом столе V международной конференции "Инжиниринг&Телекоммуникации – En&T 2018" // Технологии и средства связи. 2018. № 6. С. 32–38.
7. Starlink Statuspage [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/Tysonpower/starlinkstatus> (дата обращения 18.09.2023).
8. **Анпилогов В.Р.** Методика вероятностной оценки пропускной способности многолучевой спутниковой сети массового обслуживания // Электросвязь. 2011. № 7. С. 45–47.
9. Продукт:ЭФИР_Спутниковая_система_глобальной_связи_или_Глобальная_многофункциональная_информационная_спутниковая_система_(ГМИСС) [Электронный ресурс]. URL <https://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения 18.09.2023).
10. **Урличич Ю.М.** Старые и новые идеи в спутниковой связи // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2021. № 3. С. 13–21.
11. Fu I-Kang et al. Satellite and Terrestrial Network Convergence on the Way toward 6G // IEEE Wireless Communications. February 2023. PP. 6–8.
12. **Урличич Ю.М.** Банкротство технологий много-спутниковых низкоорбитальных систем широкополосного доступа или банкротство компаний? // Технологии и средства связи. 2021. № S1. С. 30–38.

VI НАУЧНЫЙ ФОРУМ «ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ: ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИИ»-ТТТ 2023



22-24 ноября 2023 г. в г. Казани на базе Казанского национального исследовательского технического университета им. А. Н. Туполева-КАИ будет проводиться VI НАУЧНЫЙ ФОРУМ «ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ: ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИИ» ТТТ-2023.

Организаторами Научного форума являются Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ (КНИТУ-КАИ), Уфимский университет науки и технологий (УУНиТ), Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). В рамках Научного форума будут проводиться XXV Международная научно-техническая конференция «Проблемы техники и технологий телекоммуникаций» (ПТиТТ-2023), XXI Международная научно-техническая конференция «Оптические технологии в телекоммуникациях» (ОТТ-2023) и XX Международная научно-техническая конференция «Физика и технические приложения волновых процессов» (ФитПВП-2023).

В рамках Научного форума и конференций обсуждаются вопросы современных и перспективных телекоммуникационных систем, оптических, оптоволоконных систем передачи, антенно-фидерных систем, вопросы электромагнитной совместимости, вопросы применения теории фракталов и динамического хаоса для систем передачи данных. Кроме того, в рамках отдельных секций уделяется внимание проблемам образования в области инженерных специальностей.

Вся актуальная информация о Научном форуме и конференциях представлена на сайте <https://kai.ru/ttt2023>



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТЕХНОСФЕРА» ПРЕДСТАВЛЯЕТ КНИГУ:



Белоус А.И., Солодуха В.А.

ОСНОВЫ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ. СТАНДАРТЫ, КОНЦЕПЦИИ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2023. — 482 с.,
ISBN 978-5-94836-612-8

Цена 1960 руб.

Эта книга фактически представляет собой научно-практическую энциклопедию по современной кибербезопасности. Здесь анализируются предпосылки, история, методы и особенности киберпреступности, кибертерроризма, киберразведки и киберконтрразведки, этапы развития кибероружия, теория и практика его применения, технологическая платформа кибероружия (вирусы, программные и аппаратные трояны), методы защиты (антивирусные программы, проактивная антивирусная защита, кибериммунные операционные системы). Впервые в мировой научно-технической литературе приведены результаты системного авторского анализа всех известных уязвимостей в современных системах киберзащиты — в программном обеспечении, криптографических алгоритмах, криптографическом оборудовании, в микросхемах, мобильных телефонах, в бортовом электронном оборудовании автомобилей, самолетов и даже дронов. Здесь также представлены основные концепции, национальные стандарты и методы обеспечения кибербезопасности критических инфраструктур США, Англии, Нидерландов, Канады, а также основные международные стандарты. Фактически в объеме одной книги содержатся материалы трех разных книг, ориентированных как на начинающих пользователей и специалистов среднего уровня, так и специалистов по кибербезопасности высокой компетенции, которые тоже найдут здесь для себя много полезной информации.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

125319, Москва, а/я 91; тел.: +7 495 234-0110; факс: +7 495 956-3346; e-mail: knigi@technosfera.ru; sales@technosfera.ru